Practisches Handbuch der Mikroskopie.

Darstellung der Einrichtung, sowie practische Anleitung zur Aufstellung, Behandlung und zum Gebrauche des Mikroskopes, — zum Präpariren und zur Untersuchung von Stoffen aus dem Thier-, Pflanzen- und Mineralreiche und der daraus dargestellten Producte.

Für

Naturforscher, Aerzte, Techniker und für jeden anderen Gebildeten.

Von

John Quekett,

Conservator des anatomischen Museums und Demonstrator der Anatomie am königl. Collegium der Aerzte Englands.

Mit anderweitigen guten Hülfsmitteln deutsch bearbeitet

von

Carl Hartmann.

Mit 25 lithographirten Tafeln.

Weimar, 1850.

Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Vorrede des Verfassers.

Die in der Neuzeit durch die Benutzung des Mikroskops gemachten bedeutenden Fortschritte in der wichtigen Erkennung des Baues lebender und lebloser Wesen haben diesem Instrumente eine Wichtigkeit verliehen, die nur der des Teleskops nachsteht. Nur mit seiner Hülfe sind oberflächliche Ansichten und Theorien, durch scharfe Beobachtungen, genauen Kenntnissen gewichen.

In diesem Lande der Maschinen und Fabriken, hat es nicht an Künstlern gefehlt, welche ihre Zeit und ihre Talente darauf verwendet haben, um ein Spielzeug, welches man nur zur Unterhaltung anwendete, in eines der mächtigsten Hülfsmittel zu wissenschaftlichen Untersuchungen zu verwandeln. In dem Maße, als nun die

Anwendungen des Mikroskopes zunahmen, fanden Beobachter und Optiker auch Verbesserungen erforderlich und wurden die Erstern durch die Mangelhaftigkeiten ihrer Instrumente und Letztere durch die Bedürfnisse und Anforderungen der Erstern immer mehr auf diese Vervollkommnungen geführt. Jetzt ist in England der Gebrauch der achromatischen Mikroskope so allgemein, daß die darüber erschienenen Schriften in gar keinem Verhältnisse stehen; seit den Werken von Sir D. Brewster, Dr. Goring und Herrn Pritchard ist kein Handbuch von praktischer Beschaffenheit über den Gegenstand erschienen. Die Schriften des Letztern sind freilich vortrefflich, allein sie beziehen sich nur auf die Instrumente und Apparate seiner eigenen Werkstatt, und daher haben sie für die vielen Personen, welche Instrumente von andern Künstlern besitzen, weniger Werth, da sie ihnen keine Anleitung zum Gebrauch der nicht von Pritchard herrührender Mikroskope geben. Um diesen Mangel zu ersetzen, entstand dies Werk. Der Hauptzweck, den der Verfaffer dabei hatte, war der, den Anfänger, so wie den Geübtern mit einem genauen und praktischen Leitfaden zu versehen, in welchem zuvörderst von dem Mikroskope, so wie es früher beschaffen war, zweitens von den verschiedenen Formen der jetzt gewöhnlich gebräuchlichen Instrumente, drittens von der Anwendung derselben auf wissenschaftliche Un-

tersuchungen und endlich von den verschiedenen Verfahrungsarten bei'm Präpariren und Untersuchen von Substanzen des Thier-, Pflanzen- und Steinreichs, nebst einer Classification der wenigen charakteristischen und interessanten Substanzen, die aus dem großen Buche der Natur ausgesucht werden können, geredet wird.

Die verschiedenen Methoden, mikroskopische Objecte zu präpariren und zu untersuchen, sind hauptsächlich die Resultate von des Verfassers eigenen Versuchen; da es aber für den Einzelnen ganz unmöglich ist, mit allen diesen Gegenständen vollkommen vertraut zu sein, so bittet er andere Gelehrte, die sich ebenfalls mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigen, ihm die Resultate derselben mitzutheilen, indem er stets mit dem größten Vergnügen die Quellen nennen wird, aus denen ihm die Belehrung floß. Um die abgehandelten Gegenstände Anfängern und Dilettanten recht deutlich zu machen, sind alle technischen Ausdrücke so viel als thunlich vermieden, und es ist die möglichst einfache Sprache angewendet worden.

Der Verfasser hofft, daß der vorliegende Versuch denen, die sich mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigen, nicht ganz ohne Nutzen sein wird und darf er erwarten, zu den Fortschritten der Wissenschaft Etwas beigetragen zu haben, so wird sein Zweck vollkommen erreicht sein.

London im November 1848.

Vorwort des Bearbeiters.

So vortrefflich auch das dieser deutschen Arbeit zu Grunde gelegte Werk von Quekett ist, so viel Neues es auch enthält, so ist es doch zu unvollständig, um dem deutschen Publicum als bloße Uebersetzung genügen zu können; es ist einseitig, berücksichtigt so sehr nur England, wie man dies so häufig bei den vorzüglichsten englischen Werken findet. Die Instrumente und Apparate der berühmten deutschen Optiker Schiek in Berlin und Plössl in Wien, sind nicht einmal erwähnt worden, und eben so wenig hat unser Engländer auf die Arbeiten deutscher Mikrographen, mit Ausnahme derer von Ehrenberg, Rücksicht genommen. Der Bearbeiter hat daher viele ergänzende Zusätze gemacht und konnte dies um so eher, ohne die Räum=

lichkeit des Originals wesentlich zu überschreiten, da er durch einen concisen Styl, durch manche Hinweglassung von Dingen, die nur für England Werth haben, an Platz sparte.

Besonders sind es zwei Werke, die der Bearbeiter zur Ergänzung des Originals benutzte:

Dr. Julius Vogel zu München: Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes zur zoochemischen Analyse und zur mikroskopisch-chemischen Untersuchung überhaupt. Leipzig 1841. Und:

Prof. Hugo von Mohl: Mikrographie oder Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops. Tübingen, 1846.

Außerdem wurden noch einige andere minder wichtige Schriften und einzelne Aufsätze benutzt, die man am gehörigen Orte näher nachgewiesen findet.

Wenn demnach das vorliegende Werk einige Vorzüge vor dem sehr guten Originale hat, wenn es einigen Anspruch auf Vollständigkeit machen darf, so gebührt das Verdienst beiden genannten ausgezeichneten Gelehrten, die unter den Physiologen unseres Vaterlandes einen bedeutenden Rang einnehmen.

Ein nicht unwesentlicher Werth dieser Arbeit dürfte demnach darin bestehen, daß sie eine möglichst vollständige Behandlung des Gegenstandes giebt, daß sie durch treffliche Abbildungen sehr gut illustrirt und sehr leicht verständlich geschrieben ist, ein Umstand, der unsern ge-

lehrten Lesern nicht nachtheilig sein kann, die Anfänger und Dilettanten aber in den Stand setzt, das Werk mit Nutzen gebrauchen zu können, welches bei einem rein gelehrten Werke nicht der Fall ist.

Weimar im September 1849.

Carl Hartmann.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Erster Abschnitt.

Mechanische Einrichtungen.

Erstes Capitel.

Zweites Capitel.

Seite

Drittes Capitel.

Eigenthümlich eingerichtete Mikroskope.

Viertes Capitel.

Fünftes Capitel.

Sechstes Capitel.

Siebentes Capitel.

Zweiter Abschnitt.

Von dem Gebrauche des Mikroskopes.

Erstes Capitel.

Zweites Capitel.

Drittes Capitel.

Viertes Capitel.

Fünftes Capitel.

Sechstes Capitel.

Seite

Dritter Abschnitt.

Manipulationen.

Erstes Capitel.

Zweites Capitel.

Drittes Capitel.

Viertes Capitel.

Fünftes Capitel.

Sechstes Capitel.

Siebentes Capitel.

Achtes Capitel.

Neuntes Capitel.

Schnitte von verschiedenen Substanzen zu machen.

Zehntes Capitel.

Seite

Elftes Capitel.

Zwölftes Capitel.

Dreizehntes Capitel.

Vierzehntes Capitel.

Funfzehutes Capitel.

Sechszehntes Capitel.

Anhang.

Beispiele von mikroskropisch-chemischer Untersuchung zur Anleitung und zur Erläuterung des früher Gesagten.

Erster Abschnitt.

Mechanische Einrichtungen.

Geschichte des Mikroskops.

Die Benennung Mikroskop ist von den beiden griechischen Worten μικρος, klein und σκοπεω, sehen entlehnt und sie wurde, der Annahme nach, zuerst von Demisianus auf ein Instrument angewendet, wodurch man deutlich sehen und Gegenstände, die dem Auge nicht fern sind, genauer untersuchen, oder so kleine Gegenstände unterscheiden kann, die man ohne seine Hülfe gar nicht sehen könnte. Die früheste Geschichte des Instruments ist, wie die mancher anderer von wissenschaftlichem Charakter, in große Dunkelheit gehüllt, so daß man weder die Zeit seiner Erfindung, noch den Namen des Erfinders mit irgend einiger Sicherheit zu bestimmen vermag. Da aber das Mikroskop in seiner einfachsten Form in nichts Anderem als in der vergrößernden Kraft der Linse besteht, die nothwendig aus Glas, oder irgend einem andern durchsichtigen und starkbrechenden Material, gemacht werden muß, so kann die Erfindung offenbar in die

vorchristliche Zeit gesetzt werden. **Aristophanes**, der 500 Jahre vor Christo lebte, spricht in seinen „**Wolken**" von einer entzündenden Kugel. **Seneca**, der im ersten Jahrhundert der christlichen Zeitrechnung lebte und 65 Jahre nach Christi Geb. starb, sagt, daß kleine und undeutliche Gegenstände, durch eine mit Wasser gefüllte Glaskugel gesehen, größer und deutlicher würden. **Plinius**, der 79 Jahre nach Chr. Geb. starb, erwähnt die entzündende Eigenschaft der Glaslinsen. **Ptolomäus**, der berühmte Astronom in Alexandria, der in der letzten Hälfte des ersten Jahrhunderts lebte, kannte das Vergrößerungsglas und gebraucht in seinem Werke über Optik das Wort Refraction. Das Zeugniß dieser alten Autoren ist aber nur in der Beziehung von Wichtigkeit, daß sie das Dasein des Mikroskops in seiner einfachsten und rohesten Form, als bloßes Vergrößerungsglas, beweisen. Es bestand nur aus einer Linse oder Kugel, deren Hauptanwendung aber darin bestanden zu haben scheint, die erwärmenden Strahlen der Sonne zu concentriren. Dem Engländer **Roger Baco**, der zu Anfang des 13. Jahrhunderts geboren war, wird die Erfindung des Teleskops, der Camera obscura, der Lesegläser, der Brille und von Einigen die des Mikroskops zugeschrieben; denn er spricht in seinem Opus Majus von darauf anwendbaren Grundsätzen und **Reored** sagt in seinem 1551 erschienenen Werke: Chemin de la Science, daß **Baco**, während er zu Oxford lebte, ein Glas angefertigt habe, welches so sonderbare Dinge zeigte, daß man ihm im Allgemeinen ein gewisses diabolisches Vermögen beilegte.

Uebrigens ist es gewiß, daß das einfache Mikroskop, wenn wir diese Benennung auf jedes zur Vergrößerung angewendete Instrument anwenden, anfänglich aus einer Glaskugel, die entweder **massiv**

oder hohl, und dann mit Wasser gefüllt war, bestand. Jedoch wurden sie bald durch Linsen von einer biconvexen Form verdrängt, die, wie Dr. Francis Redi sagt, bereits im 4. Jahrhunderte im Gebrauch waren.

Nun vergingen mehre Jahrhunderte, ehe man des Mikroskops wieder Erwähnung that und dann lesen wir davon, daß es in seiner verbesserten und zusammengesetzten Form eine doppelte oder mehrfache vergrößernde Kraft besitze.

Mehre Schriftsteller, hauptsächlich Huyghens, schreiben die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops dem Holländer Cornelius Drebbel zu, der es im Jahr 1621 erfunden haben soll, während auch der Neapolitaner Fontana sie für sich (1618) in Anspruch nimmt. Nach Borellus wurde es von Zacharias Jansen oder Janß oder von seinem Vater Hans Janß, Brillenmachern zu Middelburg in Holland, etwa um's Jahr 1590 erfunden. Man sagt, daß sie das erste Mikroskop dem Erzherzoge Carl Albert von Oesterreich verehrt hätten. „Eins ihrer Instrumente," sagt Sir David Brewster in seinem Treatise on Microscopes, pag. 2," welches sie dem Prinzen Moritz überreichten, war im Jahre 1617 in Besitz von Cornelius Drebbel von Alkmaar, welcher damals das Amt eines Mathematikers bei König Jacob I. bekleidete und in London Mikroskope machte, die er für seine eigene Erfindung ausgab. „Es wird gesagt, daß diese Instrumente 6 Fuß lang waren und aus einer Röhre von vergoldetem Kupfer von 1 Zoll Durchmesser bestanden, daß sie von schwachen messingenen Pfeilern in der Form von Delphinen getragen wurden, die auf einer Unterlage von Ebenholz angebracht waren. Auf diesem Fuß befand sich auch die Vorrichtung zum Halten des zu untersuchenden Gegenstandes. Ihre innere Construction kannte man nicht, wahrscheinlich waren es aber in

zusammengesetzte Mikroskope umgeänderte Teleskope und ähnlich einem Instrument, welches Aepinus in einem an die Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg gerichteten Briefe beschrieben hat. Viviani, ein italiänischer Mathematiker, erzählt in seiner „Lebensbeschreibung des Galileo", daß dieser große Mann durch das Telsekop auf die Entdeckung des Mikroskops geführt worden sei und daß er 1612 eins an den König Sigismund von Polen gesendet habe; er fügt hinzu, daß Galileo zwanzig Jahr an dem Apparat gearbeitet habe, um ihn zu vervollkommnen. Ohnerachtet aller dieser widersprechenden und verwirrenden Angaben, ist man jedoch wenigstens in England der Meinung, daß die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops dem Zacharias Jansen zugeschrieben werden müsse, der sie 1590 machte.

Wir wollen aber das Feld der Unsicherheit verlassen und unsere Aufmerksamkeit auf bestimmtere Gegenstände richten. Mit der Gründung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu London, im Jahre 1660, begann gewissermaßen eine neue Aera in der Optik, denn wir finden nun nicht nur allein Mikroskope in den Verhandlungen der Gesellschaft, sondern auch Verbesserungen in ihrer Construction und Entdeckungen, die mit Hülfe des Instrumentes gemacht worden waren, beschrieben. Einer der ersten Gelehrten, die Abhandlungen dieser Art in den Gesellschaftsschriften lieferten, war der berühmte Robert Hook, der bereits im Jahre 1667 ein Werk mit physiologischen Beschreibungen kleiner Körper herausgab, die nur durch das Vergrößerungsglas beobachtbar waren, unter dem Titel: Mikrographie, ein Werk, was damals zu den Wundern des Tages gehörte. Es ist mit 38 Tafeln illustrirt.

Das von Hook benutzte Mikroskop war ein zusammengesetztes mit 3 Linsen und ist in Fig. 1

dargestellt. Zu gleicher Zeit zeigte **Hook** ein Verfahren, dunkele Gegenstände zu erleuchten, ein Verfahren, so wie es noch jetzt angewendet wird. Es wird nämlich eine mit Salzwasser angefüllte Glaskugel vor die Lampe gestellt, und der Strahlenbündel von der Kugel wird von einer kleinen planoconvexen Linse, deren convexe Fläche auf der Seite der Kugel befindlich ist, aufgefangen, so daß die Strahlen auf dem Gegenstande concentrirt werden.

Eben so wie es **Hook** nach einer genauen Methode machte, um das Vergrößerungsvermögen eines zusammengesetzten Mikroskops zu finden, und da man bis jetzt noch kein besseres Verfahren gefunden hat, und da es schwer halten würde, eine kürzere und bessere Beschreibung davon zu geben, so gebrauchen wir die eigenen Worte des berühmten Naturforschers:

„Nachdem man das Mikroskop so gestellt hat, um den Gegenstand dadurch recht genau sehen zu können, sehe ich mit dem einen Auge durch das Glas auf den Gegenstand, während ich mit meinem andern unbewaffneten Auge einen andern gleichweit entfernten Gegenstand betrachte. Dadurch bin ich im Stande, mit Hülfe eines in Zolle und kleinere Theile getheilten Maßstabes, der auf dem Fuße des Mikroskopes liegt, gewissermaßen den vergrößerten Abguß des Gegenstandes auf dem Maßstabe zu messen und folglich auch seinen Durchmesser durch das Glas betrachtet und der wirkliche Durchmesser, so wie er dem unbewaffneten Auge erscheint. Das Verhältniß zwischen beiden ist die eigentliche Vergrößerung.“

Hook hat also das Verdienst zuerst, kugelförmige Linsen von starker Vergrößerung gemacht zu haben, obgleich **Hartsoeker** die Erfindung der Lupe für sich ebenfalls in Anspruch nimmt. Vergleicht man aber die Zeiten des Erscheinens der Werke von

beiden Gelehrten, so wird man finden, daß Hooke's Mikroskopie in demselben Jahre herauskam, in welchem Hartsoecker geboren wurde. Hook beschreibt das Verfahren bei der Anfertigung kugelförmiger Linsen sehr gut mit den folgenden Worten:

„Man nehme ein recht reines Stück venetianisches Glas, ziehe es mit Hülfe einer Lampenflamme im feinen Draht aus und halte die Enden dieser Glasstangen in die Flamme, bis sie schmelzen, und in kleine runde Kügelchen oder Tropfen auslaufen, welche an dem Ende der Stange hängen bleiben. Nachdem man eine Anzahl derselben gemacht hat, kittet man sie mit Siegellack auf das Ende eines Stockes, die Glasstöckchen nach Oben. Diese Enden werden zuerst auf einem Schleifstein abgeschliffen und alsdann auf einer Metallplatte mit Tripel polirt. Diese Linsen werden alsdann mit Siegellack an der Oeffnung eines dünnen Metallbleches befestigt und vergrößern und entfernen alsdann einen Gegenstand mehr, als dies irgend ein größeres Mikroskop zu thun im Stande ist."

Der optische Theil des Hook'schen Mikroskopes besteht aus einem kleinen Objectivglase, aus einem Collectiv- oder Sammelglas und aus einem Ocularglase. Wollte er den Gegenstand genauer untersuchen, so nahm er das mittlere oder Sammelglas weg, und dadurch erlangte er mehr Licht und schärfere Bilder. Das ganze Instrument hatte die in Fig. 1 dargestellte Form und war 7 Zoll lang, bei 3 Zoll im Durchmesser. Es konnte jedoch wie ein Fernrohr ausgezogen werden uud war mit 4 ineinandergeschobenen Röhren versehen; auch konnte es durch ein Kugelgelenk, wie Fig. 1 zeigt, unter jeden Winkel geneigt werden.

Gleichzeitig mit Hook lebten Eustachio Divini in Rom und S. Campani in Bologna,

von denen der erstere im Jahre 1668 in dem Philosophical Transaction eine Beschreibung seines Mikroskopes bekannt machte. Es bestand aus einem Objectiv- und Sammelglas wie die des Hooke'schen, allein statt des doppelt convexen Ocularglases nahm er zwei planoconvexe Linsen, die einander mit der Mitte ihrer convexen Oberflächen berührten. Dadurch erhielt er ein flaches Gesichtsfeld und zu gleicher Zeit eine weit bedeutendere Vergrößerung. Der Franzose Chevalier bemerkt in seinem Werke: des Microscopes et de leur usage, pag. 15, daß das Instrument, wenn es ausgezogen, 16 Zoll lang war, und daß das Ocularglas die Größe der flachen Hand hatte. Durch die Auszüge wurde die Vergrößerung von 40 mal auf 140 mal ausgedehnt.

Campani zu Bologna war ebenfalls ein Opticus, welcher Teleskope und Mikroskope machte und ein glücklicher Nebenbuhler von Divini. Sein Instrument hatte Aehnlichkeit mit dem des Letztern, seine Linsen sollen aber auf der Drehbank gearbeitet und nicht gegossen worden sein. Im Jahre 1672 finden wir, daß Sp. Salvetti Mikroskope nach dem Princip von Divini und Campani machte, welche aber die dieser Künstler sowohl in der Vergrößerung als Schärfe weit übertreffen; jedoch wissen wir nicht, inwiefern diese Instrumente von denen ihrer Vorgänger unterschieden waren.

Im Jahre 1673 finden wir in den Schriften der Londoner Gelehrten-Gesellschaft den Namen des unsterblichen Leeuwenhoek zuerst. Er muß als der Entdecker sehr zahlreicher Wunder mit dem Mikroskop angesehen werden. Sein Instrument bestand aus einfachen Linsen, soll aber alle früheren Mikroskope weit übertroffen haben. Nach Baker bestand das Leeuwenhoek'sche Mikroskop aus einer einfachen Linse, die sich zwischen zwei Silberplatten befand, in

denen ein kleines Loch gebohrt war. Vor demselben befand sich ein beweglicher Stift, um den zu beobachtenden Gegenstand daran zu befestigen und dem Auge des Beobachters in die gehörige Nähe zu bringen. Daß die Leeuwenhoek'schen Vergrößerungsgläser, gegen die Behauptung mancher Schriftsteller der damaligen Zeit, wirkliche Linsen- oder doppelconvexe Gläser waren, ist ganz bestimmt erwiesen, denn der berühmte Gelehrte hinterließ der königl. Gesellschaft 26 Mikroskope.

Im Jahre 1740 beschrieb Baker in den **Philosophical Transactions** ein Leeuwenhoek'sches Mikroskop. Fig. 2 ist eine vordere Ansicht des Instruments und Fig. 3 eine Ansicht von hinten, und zwar haben die Figuren dieselbe Größe wie das Original. Fig 2 **a** ist ein Silberplättchen, welches mit Fig. 3 durch die Niete **b**, b, **b** verbunden ist. Zwischen diese beiden Platten ist eine kleine doppelt convexe Linse in eine Röhre gelegt, und in jede Platte ist ein Loch **c** gebohrt, durch welche man sehen kann. Mittelst der Schraube **e** ist eine silberne Leisten **d** mit der Platte **a** verbunden. Dieselbe ist bei f rechtwinkelig gebogen und mit einer feinen Schraubenmutter versehen, wodurch die feine Schraube **g** geht. Mittelst dieser Schraube wird das Plättchen **h** höher oder niedriger gestellt. Die zu untersuchenden Gegenstände werden durch die Nadel i befestigt, und diese kann durch die kleine Kurbel **k** gedreht werden. Das Plättchen **h** wird durch eine horizontal hindurchgehende Schraube l der Linse **c** näher gebracht oder von derselben entfernt.

Diese Mikroskope waren von Leeuwenhoek selbst verfertigt, sowohl die Glaslinsen als auch die Fassung; jedes Instrument war zur Beobachtung von einem oder zwei Gegenständen eingerichtet, so daß er mehre hundert Mikroskope angefertigt und zu seinem Ge-

brauch eingerichtet hatte. Die Vergrößerungskraft dieser Instrumente ging von 40 Durchmessern als minimum, bis 160 Durchmesser, als maximum.

Im Jahre 1698 beschrieb Philipp Bonnani in seinem Werk: **Observationes circa viventia quae in rebus non viventibus reperiuntur**, ein zusammengesetztes Mikroskop, welches er selbst benutzte. Dasselbe ist in Fig. 4 dargestellt. Seine Stellung ist eine horizontale; es ist mit einem Stativ versehen, und dieses hat nach den verschiedenartigen, größeren oder kleineren, Gegenständen eine gröbere oder feinere Stellung. Jene besteht aus einer Zahnstange mit Getriebe, wodurch das ganze Stativ, welches den Gegenstand trägt, bewegt wird, während die feinere Stellung den Körper selbst durch eine Schraube bewegt. Um das entgegengesetzte Ende des Körpers zu befestigen, dient ein dreieckiges Support, mittelst welchem die Umdrehung leicht bewerkstelligt wird. Um Lampen- oder Sonnenlicht wirksamer zu machen, ist das Instrument mit einer kurzen Röhre versehen, in welcher, wie bei der **Laterna magica**, zwei doppelt convexe Linsen befestigt sind, die dazu dienen, das Licht auf dem Gegenstande zu concentriren.

Von der Zeit Bonnani's bis zu Anfang des 18. Jahrhunderts geschah wenig zur Verbesserung des Mikroskops. Im Jahre 1702 erschien in Nürnberg von Johann Zahn eine Schrift unter dem Titel: **Oculus Artificialis Teledioptricus etc.**, in dem mehre zusammengesetzte Mikroskope beschrieben worden waren, und unter andern eins von Franz Grindelius, welches in Fig. 5 abgebildet ist. Es wurde dies Instrument für undurchsichtige Gegenstände angewendet, und es bestand aus 6 planoconvexen Linsen.

Zu jener Zeit, d. h. am Schlusse des 17. und im Anfange des 18. Jahrhunderts stand Isaak New-

ton im Zenith seines Ruhmes; er hatte 1672 die Theorie des Lichts und der Farben aufgestellt, und er verbesserte die Teleskope dadurch, daß er statt der Linsen Spiegel anwendete. Nachdem er nach diesem Reflectionsprincip ein Teleskop construirt hatte, wurde er auch veranlaßt, dieselben Grundsätze auch auf das Mikroskop anzuwenden. Er ist also als der Erfinder der Reflectionsteleskope anzusehen, die seit jener Zeit von Amici, Tulley, Cuthbert, Goring u. A. so bedeutend verbessert worden sind. Newton bemerkte schon damals, daß das zusammengesetzte Refractionsmikroskop eine bedeutende Verbesserung dadurch erlangen würde, wenn der zu betrachtende Gegenstand in einem dunkeln Raume von Licht von irgend einer zweckmäßigen Farbe, von einem monochromatischen Licht, erleuchtet werden könne.

1696 stellte Stephen Gray den Satz auf, daß, da es sehr schwierig sei, recht reine und runde Glaskugeln zu erlangen, es weit besser sei, Wassertropfen in die Vertiefung einer Messingplatte zu legen, wodurch sie die Form beibehielten und durch eine solche Kugel den zu vergrößerten Gegenstand zu betrachten, Der von ihm erfundene Apparat ist in Fig. 6 dargestellt und wurde als Wassermikroskop benutzt. **a b** ist der Raum des Mikroskops und besteht aus einem Messingblech von $\frac{1}{16}$ Zoll Stärke. **a** ist ein kleines Loch, von $\frac{1}{30}$ Zoll Durchmesser, welches das Wasser enthält; dies kann durch eine Pincette oder durch eine starke Nadel hineingetröpfelt werden und bildet alsdann eine doppeltconvexe Linse **c d e** ist ein anderes Stück Messing, gehörig gehämmert, so daß es federt, und welches den Träger des zu untersuchenden Gegenstandes bildet. Es ist mittelst der Schraube **c** an der Platte **a b** befestigt; bei f hat es eine Spitze für undurchsichtige Gegenstände und bei **c** eine Vertiefung für Flüssigkeiten,

und beide können vor die Linse a gebracht werden, und durch Drehung der Schraube g in der runden Platte kann man sie in verschiedene Lagen bringen. Diese Schraube ist an dem Träger c d e befestigt und geht durch denselben bis zu der Platte a b. Da der Träger federt, so erfolgt die Stellung mittelst der Schraube g sehr leicht.

Stephen Gray war auch der Erfinder des in Fig. 7 dargestellten einfachen Reflectionsmikroskops. A ist ein Messingring, dessen Stärke etwa $\frac{1}{30}$ Zoll beträgt, so wie der innere Durchmesser ohngefähr $\frac{2}{5}$ Zoll. Gray lös'te ein Quecksilberkügelchen in einer Mischung von 1 Theil Salpetersäure und 10 Theilen Wasser auf, rieb mit der Auflösung die innere Oberfläche des Ringes, trocknete dieselbe und rieb sie alsdann mit einem Tropfen Quecksilber, welches alsdann daran hängen blieb und einen convexen Spiegel bildete. Der Ring wurde nun sorgfältig aufgenommen und auf den Rand des Cylinders B gelegt, worauf das Quecksilber niedersank und einen concaven Reflectionsspiegel bildete. Der Cylinder B wird durch eine Säule getragen, die an dem Fuß D befestigt ist; C, E, F, G, ist ein Stativ, welches mittelst der Schraube an der Säule höher oder tiefer gestellt werden kann. Der Gegenstand, welcher untersucht werden soll, wird auf den Ring G gelegt und in den Focus des Spiegels durch die erwähnte Schraube gebracht.

Gray machte auch 1697 noch eine andere Vorrichtung, welche darin besteht, Wasserlinsen dadurch zu bilden, daß er sie auf eine ebene Glasplatte fallen ließ. Er erlangte dadurch eine bedeutende Vergrößerung, allein da die Flüssigkeit des Wassers eine horizontale Lage der Linsen bedingte, so wurde er darauf geführt, Hausenblase in Wasser aufgelöst, in Tropfen zu bilden, die, getrocknet, alsdann eben so durchsichtig wie reines Wasser waren, und in jeder

Stellung benutzt werden konnten. Diese sehr sinnreiche Erfindung wurde $\frac{5}{4}$ Jahrhundert später von Brewster wieder aufgenommen, indem derselbe Firniß und andere klebrige Flüssigkeiten zu gleichem Zwecke anwendete.

Im Jahre 1702 wurde das Taschen-Mikroskop von Wilson beschrieben, und es hat dasselbe gewissermaßen einige Berühmtheit erlangt, ja man findet noch jetzt Exemplare desselben. Es ist in Fig. 8 abgebildet. Der Körper **A A A A**, welcher aus Elfenbein, Messing oder Silber bestand, hatte eine cylindrische Form und war ohngefähr 2 Zoll lang, und 1 Zoll stark. Am untern Ende waren die Vergrößerungsgläser angebracht, während in der oberen eine Endröhre **D** eingeschraubt werden konnte, welche bei **C** ein convexes Glas enthielt. Im innern Theile des Körpers waren 3 dünne Messingplatten **C** verschiebbar angebracht und bildeten das Stativ; eine von diesen Platten **F** ist in der Mitte halbkreisförmig gebogen, und kann ein Glasröhrchen aufnehmen, um z. B. die Blutcirculation kleiner Fische zu beobachten. Die beiden anderen Platten sind eben, und es können zwischen denselben die Schieber mit den Objecten hineingeführt werden. Zwischen dem Stativ und dem untern Ende des Gestelles befindet sich ein gebogener Draht **H**, welcher den Zweck hat, die Objecte zwischen den Stativplatten zusammenzupressen, und das Stativ gegen die Schraubenröhre gedrückt zu erhalten. Es war dies Mikroskop mit 8 Vergrößerungsgläsern versehen, und die Objecte wurden deren Focus durch die Schraubenröhre **D** genähert. Man hielt das Instrument mittelst der Hand in solch einer Lage, daß das directe Licht einer Lampe oder einer Kerze unmittelbar auf das Verdichtungsglas fiel. Später wurde dieses Instrument durch die Anbringung einer Spiralfeder, statt der krummen, sowie

durch eine Kurbel verbessert, welche dazu diente, den Körper in einer horizontalen Lage zu erhalten.

Wilson war auch der Erfinder eines Mikroskops für undurchsichtige Gegenstände, welches in Fig. 9 dargestellt worden ist. Es besteht aus einem dünnem Stück Messing, ohngefähr 6 Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll breit, von dem das eine Ende als Griff dient, während an das andere **A** das Vergrößerungsglas geschraubt wird. In der Mitte ist mittelst eines Charniers der Arm **P P** angebracht, der mit 2 Gelenken versehen ist. Am Ende dieses Arms ist in einer Hülse die messingene Stange **G** verschiebbar, deren eines Ende in eine Pincette **I I**, das andere dagegen in eine kleine Scheibe von Elfenbein **H** ausläuft, die auf der einen Seite geschwärzt und auf der andern Seite weiß ist. Mittelst der Schraube **C** und der Mutter **D** kann der Arm der Linse genähert, oder von derselben entfernt werden. Die Feder **E** dient dazu, um **A B** in steter Berührung mit der Schraubenmutter zu erhalten. 40 Jahre später benutzte der berühmte Lieberkühn ein Instrument von ähnlicher Form und man wendet dieselben noch jetzt an.

Die wunderbaren Leeuwenhoek's mittelst des einfachen Mikroskopes gaben dieser Art von Instrumenten einen großen Vorzug, so daß das zusammengesetzte Mikrsokop zu jener Zeit nur wenig benutzt wurde. Es verflossen alsdann wohl 30 Jahre, ehe irgend eine wesentliche Verbesserung an der letztern Art von Instrumenten gemacht wurde. Die zu jener Zeit in England am häufigsten angewendeten zusammengesetzten Mikroskope waren die von John Marshall; es ist in Fig. 10 abgebildet. Es besteht aus einem achteckigen hölzernen Fuß **Z**, auf welchen eine viereckige messingene Säule **l k** befestigt ist, und diese Säule hat bei **m** ein Kugelgelenk. An der

Säule l k ist ein Arm d befindlich, und an diesem ist der Körper des Instrumentes a¹ a² angebracht, und zwar so, daß der Arm an der Säule verschiebbar ist. Darüber befindet sich ein anderer kleinerer Arm g, welcher durch die Schraube n festgestellt werden kann. f ist eine lange Schraube an dem Arme d, durch welche das Instrument verstellt wird, und wenn der Arm g durch die Schraube h festgestellt worden ist, so hebt oder senkt die Mutter i das Instrument. p ist das Stativ, welches an der Säule durch den Arm n n und die Hülse o befestigt ist; es liegt auf dem Stativ ein Fisch zur Untersuchung. r ist eine convexe Linse, um auf dem Stativ die Lichtstrahlen von der Kerze s zu concentriren, und dieses Licht steht auf einem Stuhl oder auf dem Boden, während der Fuß des Instrumentes auf der Kante eines Tisches steht. v ist ein Deckel von Blei, der über den Fisch gelegt wird, damit er sich nicht bewegen könne. Der optische Theil dieses Mikroskops besteht aus 2 convexen Linsen, welche das Ocular bilden, so wie aus 6 Vergrößerungsgläsern, welche bei c an die Röhre angeschraubt werden können. Die Säule l k ist mit den Zahlen 1, 2, 3 u. s. w. versehen, um die resp. Entfernungen der Vergrößerungsgläser von dem Object nachzuweisen. Einen Spiegel hat das Mikroskop nicht, allein es kann dabei directes Licht angewendet werden, wenn man den Körper mittelst des Kugelgelenks in eine horizontale Stellung bringt. Der Fuß Z enthält einen Schiebkasten t, in welchen man die Vergrößerungsgläser und andere Theile des Apparats verbirgt. Später wurde dies Instrument auf mehrfache Weise verbessert.

Im Jahre 1738 begann eine neue Aera für die Mikroskopie dadurch, daß der berühmte Dr. Nathanael Lieberkühn zu Berlin das Sonnen-Mikroskop und einen concaven silbernen Spiegel zur Betrach-

tung undurchsichtiger Gegenstände, welcher noch jetzt der Lieberkühn'sche Spiegel heißt, erfand. Später brachte der Engländer Cuff wesentliche Verbesserungen dabei an. Das Lieberkühn'sche Sonnen-Mikroskop konnte nur dann benutzt werden, wenn die Sonnenstrahlen unmittelbar auf die Verdichtungs- oder Sammellinse fiel, weßhalb denn auch sein Gebrauch nur auf wenige Tagesstunden beschränkt blieb. Cuff brachte aber einen beweglichen Spiegel daran an, wodurch der Gebrauch des Instrumentes viel allgemeiner wurde.

Das verbesserte Sonnen-Mikroskop erregte lange Zeit hindurch Bewunderung und wurde hauptsächlich zur Untersuchung der Infusorien und des Blutumlaufs in den Eidechsen, Fröschen und Aalen benutzt. Es wurde ferner dazu benutzt, die genaue Figur von Gegenständen nach einem großen Maßstabe zu entwerfen, indem das Bild auf einem Schirm von Papier aufgefangen wurde, auf welchem man die Umrisse mit Feder oder Bleifeder zog. Ist das Papier hinlänglich dünn, so kann sich der Zeichner hinter den Schirm stellen und die Zeichnung, ohne irgend eine Verhinderung durch den Schatten seiner Hand, vollenden.

Die bei weitem nützlichste Anwendung aber, die von dem Lieberkühn'schen Mikroskop gemacht werden konnte, bestand in der Untersuchung undurchsichtiger Gegenstände. Dadurch wurden viele wichtige Entdeckungen in der feinen Structur der Schleimhäute des Speisecanals gemacht, Untersuchungen, die den Namen Lieberkühn allein unsterblich gemacht haben. Die einfachste Form dieses Instrumentes ist in Fig. 11 dargestellt; sie ist dem Taschen-Mikroskop Wilson's, welches in Fig. 9 abgebildet ist, nicht unähnlich. Es wird mittelst des Griffes p in der Hand gehalten; a ist ein Stück Messing, welches an dem Griff p befestigt werden; es trägt den Linsen-

halter i, und durch dasselbe geht die Schraube b, welche mit der Platte c verbunden ist; eine Feder e hält die Platten a c auseinander, und die Schraubenmutter d bringt den Gegenstand, der entweder an das Ende g oder h befestigt ist, in den Focus der Linse i. Der wesentlichste Punct dieses Instruments besteht jedoch in einem sehr gut polirten Hohlspiegel k, in dessen Mittelpunct das Vergrößerungsglas l angebracht worden ist. Der Spiegel mit dem Glase wird nun in den Ring i geschraubt, und nachdem nun das Object mittelst der Spitze g oder der Pincette h befestigt ist, bringt man das Instrument in eine solche Lage, daß das Sonnenlicht von dem Spiegel aufgenommen, concentrirt das Object sehr stark beleuchtet und durch Drehung der Schranbeumutter d in den Focus der Linse gebracht wird. Der Lieberkühn'sche Spiegel ist der wichtigste Theil des Instrumentes, welcher noch jetzt gebraucht wird.

Die berühmten Lieberkühn'schen Präparate, mit den schönen Einspritzungen, wie man sie hauptsächlich in dem Berliner anatomischen Museum findet, sind jedes mit einem besonderen Mikroskop versehen, welches die Form von Fig. 12 hat. **A B** ist eine Messingröhre, ohngefähr 1 Zoll lang und eben so weit. Jedes Ende ist mit einer Kapsel versehen, von denen die eine **A** eine kleine doppeltconvexe Linse mit halbzölliger Brennweite, die andere **B** dagegen aber eine $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser haltende Sammellinse enthält.

Fig. 13 zeigt einen senkrechten Durchschnitt des Instrumentes. **A** ist das Vergrößerungsglas, welches in einer Vertiefung liegt, die theilweis durch die Kapsel **A** und theilweis durch den silbernen Spiegel l gebildet wird. Vor der Linse ist der Spiegel l angebracht, der an der Kante $\frac{1}{4}$ Zoll dick ist und dessen Brennweite ohngefähr $\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Vor

dem Spiegel ist eine kleine Metallscheibe c von $\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser angebracht und mit dem Griff D verbunden. Auf dieser Scheibe ist nun das eingespritzte Präparat befestigt und mit einer Art Firniß bedeckt, der halbkugelförmig getrocknet worden ist. Zwischen dem Griff und der inneren und äußeren Seite der Röhre sind zwei dünne Messingstreifen angebacht, welche als Federn wirken und den Stift mit derr Scheibe festhalten. Durch die Bewegung des Griffes D kann das Präparat der Linse genähert oder von derselben entfernt werden, so daß es in den Brennpunct gelangt und alsdann möglichst vergrößert erscheint, während das Sammelglas B dazu dient, das Licht auf dem Spiegeltisch zu verdichten. An dem untern Theile der Röhre ist ein Griff von Ebenholz von ungefähr 3 Zoll Länge mittelst eines messingenen Bügels und zweier Schrauben angebracht. Die Benutzung dieses Instrumentes ist einleuchtend; es wird in solcher Weise in der Hand gehalten, daß die Lichtstrahlen der Sonne oder einer Lampe auf das Sammelglas B fallen und durch dasselbe auf dem Spiegel l concentrirt werden, der sie alsdann auf den Gegenstand auf der Scheibe C wirft, der, auf diese Weise erleuchtet und durch D in den Brennpunct der Vergrößerungslinse A gebracht, sehr deutlich erscheint.

Das Mikroskop, welches Lieberkühn zur Untersuchung der Schleimhäute und des Umlaufs des Blutes und des Chylus in dem Mesenterium kleiner Thiere benutzte, ist in den Figuren 14 und 15 dargestellt. Diese Abbildungen und ihre Beschreibung sind folgendem Werke entnommen: **Dissertationes quatuor Johannis N. Lieberkühn**, welche der Engl. John Sheldon im Jahre 1782 herausgegeben hat Die Instrumente bestehen aus einer Platte von Kupfer oder Messing von ohngefähr $\frac{1}{8}$ Zoll Stärke, 12

Zoll Länge und 8 Zoll Breite, von der in den Figg. dargestellten Form. Diese Platten werden durch ein dreifüßiges Gestell in einer senkrechten Stellung erhalten. Die hintere Seite des Instrumentes ist in Fig. 14 und die vordere Seite in Fig. 15 dargestellt. An jeder Ecke ist eine dünne verschiebbare Stange **H** angebracht, und an dem einen Ende mit einem Haken versehen. Den 3 Oeffnungen **A**, **B** und **C**, in der Platte gegenüber, sind 4 kleinere Haken **h h** angebracht. Die großen Haken dienen dazu, die Schenkel irgend eines kleinen Thieres, in dessen Mesenterium man entweder den Umlauf des Blutes oder des Chylus untersuchen will, zu befestigen, wogegen die kleineren Haken dazu dienen, einzelne Theile des Mesenteriums der Oeffnung gegenüber zu bringen.

Derjenige Theil des Mikroskops, welcher das Vergrößerungsglas enthält, ist durch Stifte mit der Platte verbunden. Er besteht aus einer dünnen Messingplatte 1, Fig. 15, mit welcher eine andere Platte 2 durch ein Niet 3 verbunden ist. Diese letztere Platte ist etwas gekrümmt, und sie ist auch elastisch; in ihrer Mitte ist eine Schraube 4 angebracht, und ihr freies Ende enthält eine Oeffnung 5, in welche das Vergrößerungsglas eingeschoben wird. Ein Durchschnitt dieses Theils von dem Mikroskop ist in Fig. 16 abgebildet: **A** zeigt die Verbindung beider Platten mittelst des Niets, und **B** die Biegung des Linsenhalters, **C** ist die Stellschraube, und **D** die Vertiefung, in welche die Linse **E** eingeschraubt wird. Das Thier wird an den großen Haken befestigt, und der zu untersuchende Theil desselben mittelst der kleinen Haken vor die Oeffnung **B** gebracht. Man giebt dem Instrumente nunmehr eine solche Stellung, daß das Licht von einem Fenster oder von einer Lampe durch die Oeffnung fallen kann, während der Arm mit der Linse vor die

entgegengesetzte Seite gebracht wird. Diese Linse wird nun in die gehörige Stellung geschoben und durch die Schraube 4 so gestellt, daß sie in gehöriger Entfernung von dem Object steht. So viel ich weiß, ist dieses Instrument in England nie zum Verkauf angefertigt worden, und doch gab es zu jener Zeit, 1740, in London mehre sehr tüchtige Optiker, von denen die Namen Cuff, Benjamin Martin, Adams und Marshall einigen Ruf erlangt haben.

Cuff, von dem schon gesagt worden ist, daß er das Lieberkühn'sche Sonnen-Mikroskop verbessert habe, verbesserte auch 1747 das Wilson'sche Taschen-Mikroskop, indem er es in ein Gestell befestigte und einen Spiegel hinzufügte. Es wurde dies Instrument in dem 1756 erschienenen Werke von Ellis, über die Korallenthiere, beschrieben.

Das schwerfällige, zusammengesetzte Instrument Marshall's wurde 1750 von Culpeper und Scarlet verbessert. Sie wendeten zuerst einen Hohlspiegel an, um das Licht durch ein Object und das zusammengesetzte Instrument zu reflectiren. Ihr Instrument ist in Fig. 17 abgebildet; es besteht aus 3 Röhren a b, von Holz oder von Papier, die sich in einander schieben lassen. An der äußern Röhre a sind die Säulen c d, c d befestigt, deren untere Enden in dem Fuß e stehen; sie tragen auch das runde Stativ g mit einer großen Oeffnung für einen Objecthalter mit Feder und einige kleinere Oeffnungen für die Aufnahme von Pincetten, kleiner Sammellinsen und Fischbehälter. In der innern Röhre sind alle optischen Apparate angebracht, die Vergrößerungsgläser, deren es 4 bis 6 gab, und die an das Ende der kleinen Röhre i geschraubt wurden, und das Ocular, welches aus zwei convexen Linsen bestand, die in der hölzernen Kappe b angebracht wa-

ren. Zur Reflection des Lichtes diente der Hohlspiegel k, und ein Schiebkasten f im Fuße e diente zur Aufnahme der Vergrößerungsgläser und anderer Theile des Apparates. Die einzige Stellung für den Focus bestand darin, daß man die innere Röhre b in der äußern a auf- und niederschieben könnte, und es war daher die Röhre b bei H mit Linien versehen, um die für die verschiedenen Vergrößerungen erforderlichen Stellungen zu bezeichnen. Dieses Instrument wurde in der Folge mehrfach in der Form und in dem Material zu seiner Anfertigung verbessert; die Stellung an diesen verbesserten Instrumenten wurde durch Zahnstange und Getriebe bewirkt. Instrumente dieser Art wurden sehr viel verkauft, und man findet sie noch häufig; man nannte sie doppelte Reflections-Mikroskope, und sie waren die ersten, bei denen Hohlspiegel zur Erleuchtung durchsichtiger Objecte angewendet wurden, und das Princip ihrer Construction ist noch das jetzige.

Es wurden nun sowohl in Deutschland, als auch in England und Frankreich mehrfache Verbesserungen an dem Mikroskop gemacht; allein es würde viel zu weit führen, sie hier namhaft zu machen; auch kann der Bearbeiter nicht umhin, die Bemerkung zu machen, daß die hier mitgetheilte Geschichte der Mikroskope jedenfalls etwas einseitig ist, da sie nur von dem englischen Gesichtspuncte ausgeht, der diesen Fehler in jedem Zweige der Geschichte, an, der Wissenschaft, eines Instrumentes u. s. w. hat, denn das weltbeherrschende England ist in dieser Beziehung nichts weniger, als universell. Jedoch hat diese Einseitigkeit des englischen Originals für die vorliegende Bearbeitung um so weniger Nachtheile, da in der, in der Vorrede näher nachgewiesenen trefflichen Optik von Barfuß ebenfalls die wichtigsten ältern Mikroskope angeführt worden sind. Die jetzt im

Gebrauch stehenden Mikroskope, welche in den nächstfolgenden Capiteln beschrieben werden, beschreibt der Bearbeiter möglichst vollständig und sucht in dieser Beziehung das Original so weit, als möglich, zu ergänzen. Jeder Opticus, der in jener frühern Zeit Mikroskope anfertigte, gab ihnen eine eigenthümliche Einrichtung, und es entstanden daher so verschiedenart ge Instrumente, daß es fast unmöglich sein würde, eine vollständige Beschreibung davon zu geben. Die Wissenschaft hat aber auch durchaus keinen Verlust durch diese Unterlassung. — Wir wollen nun noch einige von denjenigen Verbesserungen des Mikroskopes anführen, die der Geschichte dieses Instrumentes angehören.

Eine noch jetzt gebräuchliche Form wurde bereits 1787 von Dr. Withering construirt; sie ist in Fig. 18 abgebildet. Dieses Mikroskop besteht aus 3 Messingplatten a,b,c, die einander parallel sind. Mit der obersten und mit der untersten sind 3 messingene Stäbe d, e, f durch Niete verbunden. Die mittlere Platte ist an den Stäben verschiebbar; sie bildet das Stativ. In die obere Platte a werden die Linsen i eingeschraubt, während die unterste c den Spiegel aufnimmt. Das Stativ enthält auch noch ein anatomisches Messerchen k, ein spitzes Instrument f und eine Pincette g, die leicht hineingesteckt werden können. Hiermit schließt sich nun die Geschichte der nicht achromatischen Mikroskope; die nun bis zum Schluß des 18. und in den ersten 20 Jahren des 19. Jahrhunderts gemachten Verbesserungen waren durchaus unwesentlich und betrafen nur die Form und bessere Ausführung des Gestelles u. s. w.

Mit dem Jahre 1827 beginnt eine neue und sehr wichtige Periode in der Geschichte des Mikroskops Bereits 1815 hatte der Italiener Amici ein Reflections-Mikroskop erfunden, jedoch kam dassel-

ben erst in dem erstgenannten Jahre durch die Engländer Goring und Cuthbert in Gebrauch. Zu gleicher Zeit kamen auch die Engländer Brewster, Goring, Pritchard darauf, zu den Linsen Edelsteine anzuwenden. Jedoch muß von dieser Periode ab die Geschichte nothwendig in zwei Theile getheilt werden, in die des einfachen und in die des zusammengesetzten Mikroskops. Wegen des großen Lichtverlustes, und wegen der Farben, welche jeden durch ein zusammengesetztes Mikroskop betrachteten Gegenstand umgaben, wendete man bei wissenschaftlichen Untersuchungen im Allgemeinen nur das einfache Mikroskop an. Verlangte man aber eine bedeutende Vergrößerung, so mußte man, da das Glas, aus dem die Linsen gemacht worden waren, ein nur geringes Brechungsvermögen hatte, Linsen von sehr kurzer Brennweite und folglich von sehr geringem Durchmesser anwenden, welche nur wenig Licht zu dem Auge durchließen. Um diese Nachtheile zu vermindern, schlug Brewster in seinem **Treatise on the Microscope**, pag. 13, zuerst die Zweckmäßigkeit der Benutzung anderer Materialien mit höherem Brechungsvermögen zu der Anfertigung von Linsen vor, und er behauptete, daß das einfache Mikroskop nicht eher wesentlich verbessert werden könne, bis daß man eine durchsichtige Substanz aufgefunden habe, die gleich dem Diamant ein starkes Brechungs- mit einem geringen Zerstreuungsvermögen verbinde. Da er es im höchsten Grade schwierig fand, aus einem kleinen, in London prismatisch geschnittenen Diamant eine Linse anzufertigen, so war er der Meinung, daß das Schleifen und Poliren von Diamantlinsen überall unpractisch sei, und er schliff daher zwei Linsen, die eine aus Rubin und die andere aus Granat und fand, daß das damit versehene Instrument zweckmäßiger sei, als alle bisherigen.

Im Sommer 1824 versuchte Pritchard, durch Dr. Goring, auf das Werk von Brewster aufmerksam gemacht, einen Diamant zu einem Vergrößerungsglase zu verwenden. Der Stein zersplitterte, ehe die Linse vollendet war, allein der Künstler erkannte doch die Möglichkeit, eine Diamantlinse zu Stande zu bringen, und er begann nun einen zweiten Versuch mit einer Rosette, während der erste mit einem Brillant angestellt worden war. Nach vieler Mühe und Arbeit gelang es jedoch Pritchard, die Linse zu vollenden und ein diamantnes Mikroskop benutzen zu können. Dr. Goring, der die Linse zu mehren Untersuchungen verwendete, gelangte zu der Ueberzeugung, daß sie weit besser sei, als andere Gläser. Bei weiter fortgesetzten Versuchen fand Pritchard, daß eine solche Diamantlinse ein doppeltes und dreifaches Bild gab, welches der Lichtpolarisation zugeschrieben werden mußte. Später gelang es dem Künstler, mehre Vergrößerungsgläser aus Diamanten, und mehre andere aus Saphir, Rubin und Granat darzustellen. Ist demnach die große Brauchbarkeit der Diamantlinsen, ihre Dauer und geringe Abnutzung festgestellt, so ist ihr hoher Preis dennoch stets ein Hinderniß ihrer allgemeinen Anwendung.

Wir wenden uns nun zu dem zusammengesetzten Mikroskop, nämlich zu einer zwei- oder dreifachen Verbindung von Linsen, wodurch die mikroskopische Wissenschaft bedeutend vorwärts gekommen ist. Zusammengesetzte Mikroskope waren dem Princip nach bereits in den sechsziger Jahren des 17. Jahrhunderts bekannt, denn Eustachius Divini spricht schon 1668 von 2 planconvexen Linsen, die sich in der Mitte ihrer convexen Oberfläche berühren. 1812 construirte Dr. Wollaston sogenannte Dublets, eine periscopische doppelte Linse, die aus 2 plancon-

veren zusammengesetzt war, und Brewster, sowie später John Herschell und Coddington verbesserten diese Linsen, wie wir in dem ersten Capitel des Werkes näher nachweisen werden, weßhalb wir uns auch hier nicht weiter dabei aufhalten.

Die wesentlichste Verbesserung erhielt das Mikroskop im Jahre 1829 von Wollaston, und es ist dieses Instrument in Fig. 19 abgebildet. **A W** ist eine messingene Röhre von etwa 6 Zoll Länge und 1 Zoll Durchmesser, welche mittelst der Schraube **D** in einen Fuß befestigt werden kann. Bei **C** befindet sich eine runde Oeffnung, um das Licht auf den Spiegel E fallen zu lassen. Ueber dem Spiegel bei F befindet sich ein Scheider, um die äußern, von dem Spiegel reflectirten Lichtstrahlen abzuhalten. An dem obern Ende der Röhre ist eine planconvexe Linse von ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll Brennweite, mittelst einer metallenen Fassung bei **G** in der Röhre angebracht, die ebene Seite nach oben. Ihr Zweck besteht darin, die Lichtstrahlen in einem Focus zu sammeln und auf einen Gegenstand zu bringen, der bei **P** an dem obern Ende der Röhre vorhanden ist. Bei **J** befindet sich eine kleine Zahnstange, in welche ein Getriebe **K** greift, welches durch den Knopf **L** gedreht wird, und mittelst welchen man die doppelte Linse **MNO** auf- und niederbewegen kann.

Diese Linse besteht aus 2 planconvexen, von denen jede eine besondere Fassung **MN** hat. Die Stellung dieser beiden Linsen wird durch Schrauben regulirt. Wollaston erhielt mit diesem Mikroskop, welches noch jetzt in verbesserter Form häufig angewendet wird, sehr schöne Resultate.

Eine wesentliche Verbesserung des einfachen Mikroskops wurde 1832 von dem Engländer Holland eingeführt. Es besteht ein solches Instrument aus drei planconvexen Linsen a,b,c, Fig. 20, von denen

die beiden ersten a,b dicht an einander liegen, wogegen die zweite von der dritten durch einen Scheider getrennt ist.

Ungeachtet der mannichfachen Verbesserungen, welche das Mikroskop bis jetzt erhalten hatte, war es dennoch immer ein unvollkommenes und unwirksames Instrument, welches hauptsächlich von der chromatischen und sphärischen Aberration herrührte, die dadurch veranlaßt wurde, daß das Licht einen weiten Weg zu machen hatte. Das Bild, welches das Objectiv gab, war kein einfaches, sondern es bestand aus einer unendlichen Anzahl verschiedengefärbter und verschiedengeformter Bilder. Das dem Objectivglase am nächsten stehende war blau und das davon am meisten entfernte roth. Die Wirkung davon war eine bedeutende Undeutlichkeit, so daß das Instrument ein wahres Spielzeug war. Man suchte diese Nachtheile möglichst dadurch zu vermindern, daß man die Oeffnung des Objectives so klein als möglich machte und den Winkel des Lichtbüschels möglichst beschränkte. Jedoch wurde das Bild dadurch so dunkel, daß die besten zusammengesetzten Instrumente immer noch unter den einfachen standen, mit denen daher auch, wie bemerkt, die bedeutendsten Entdeckungen gemacht worden waren. Die einzige Verbesserung der zusammengesetzten Mikroskope bestand in der Anwendung achromatischer Objective. Man sagt, daß bereits im Jahre 1733 ein Engländer, und zwar ein bloßer Dilettant, ein achromatisches Objectivglas für ein Fernrohr angefertigt habe; er sei darauf durch das Studium des menschlichen Auges geführt und habe gefunden, daß zwei Arten von Glas, mit einander vereinigt, das Licht brächen, ohne es zu zersetzen. Euler soll 1747 durch seine Versuche auf den Bau achromatischer Fernröhe geführt worden sein, und im Jahre 1757 gelang es dem

Engländer Dollond, achromatische Fernröhre darzustellen; auf das Mikroskop wendete er aber seine achromatischen Linsen nicht an. Seit 1784 machte Aepinus manchen mißlungenen Versuch, die Mikroskope zu achromatisiren. Allein er gelangte nicht zum Zweck, und so kam es denn, daß die Sache bis zum Schlusse des ersten Jahrzehntes von dem jetzigen Jahrhundert gänzlich in Stocken kam. In England wurden in jener Zeit recht gute und elegante Mikroskope angefertigt, allein nach dem alten, uns bekannten Princip. Von 1800 bis 1810 machte der Franzose Charles, mit Unterstützung des Institutes, vielfache Versuche, um achromatische Gläser zu erhalten; allein sie waren so unvollkommen, daß sie zu Mikroskopen nicht tauglich waren.

1812 gab der berühmte schottische Physiker David Brewster, dem die Optik so sehr viel verdankt, eine recht einfache Methode an, um sowohl einfache, als zusammengesetzte Mikroskope achromatisch zu machen. Er ging von dem Grundsatze aus, daß alle Gegenstände, selbst die feinsten, am besten gesehen werden, wenn sie sich in einer Flüssigkeit befinden, und er legte daher das zu Beobachtende auf ein Glas und ließ einen Tropfen von irgend einem Oele darauf fallen, welches ein größeres Dispersionsvermögen hat, als die einfache oder concave Linse, welche das Object des Mikroskops bildete. Die Linse mußte alsdann die Flüssigkeit berühren, so daß deren Oberfläche gewissermaßen in eine concave Linse verwandelt wurde, und wenn nun der Halbmesser der äußern Oberfläche ein solcher war, daß er die Dispersion corrigirte, so erhielt man auf diese Weise ein vollkommenes achromatisches Mikroskop, sei es nun ein einfaches, oder zusammengesetztes. Jedoch hatte dies Verfahren viel Nachtheiliges und Mühevolles und Brewster wurde daher zu der Construc-

tion eines permanenten achromatischen Objectivgla- ses veranlaßt, indem er Antimonbutter zwischen eine concav-convexe und planconvexe Linse von Kronglas brachte, welche man so oft entfernen konnte, als dieß der Verlust ihrer Eigenschaften erforderte.

Um dieselbe Zeit, d. h. etwa 1812, machte der Prof. Amici in Modena vielfache Versuche zur Verbesserung der achromatischen Objectivgläser, und während seiner Versuche kam er auf die Construction eines Reflections-Mikroskops, welches vollkommener war, als die von Newton, Baker und Smith, die man schon im Jahre 1738 kannte, aber wegen ihrer unvollkommenen Leistungen wieder aufgab. Amici's Erfindung war eine sehr bedeutende; Instrumente dieser Art wurden 1824 durch die Bemühungen des Dr. Goring und durch Cuthbert in England eingeführt, und bis vor wenigen Jahren waren die Amici'schen Mikroskope die vollkommensten und besten.

Im Jahre 1816 machte der berühmte, verewigte Frauenhofer in München, dem die practische Optik so außerordentliche Vervollkommnungen verdankt, Objectivgläser für Mikroskope aus einer einfachen achromatischen Linse, die aus zwei übereinander liegenden, aber nicht zusammengekitteten Gläsern bestand; diese Linsen waren sehr stark und hatten eine bedeutende Brennweite. Ungeachtet dieser bedeutenden Verbesserungen sagte doch der berühmte französische Optiker Biot noch im Jahre 1821, daß die Construction eines guten achromatischen Mikroskops zu den Wünschen gehöre. Wollaston war derselben Meinung und behauptete, daß das zusammengesetzte Mikroskop niemals dem einfachen gleichkommen würde.

Im Jahre 1823 begann der Franzose Seligues eine Reihe von Versuchen, und er construirte

ein Objectivglas, bestehend aus zwei Linsen, von denen jede wiederum aus zwei Gläsern bestand. Im folgenden Jahre zeigte Seligues ein nach diesem Principe construirtes Mikroskop der französischen Academie. In demselben Jahre construirte der Engländer Tulley, ohne daß er von den französischen Verbesserungen irgend eine Kenntniß hatte, mit dem Beistande des Dr Goring ein achromatisches Objectivglas für ein zusammengesetztes Mikroskop. In Verbindung mit Lister beschäftigte er sich sehr viel mit diesem Gegenstande, und nach diesen Principien fertigte James Smith, noch jetzt einer der ausgezeichneten Optiker Londons, ein Mikroskop, wobei alle bis dahin gemachten Verbesserungen Anwendung fanden. Dies im Mai 1826 der Oeffentlichkeit übergebene Instrument ist in Fig. 21 abgebildet. Es steht auf 3 flachen Füßen, die, des bessern Transports wegen, zusammengeschoben werden können. Sie tragen in der Mitte eine kurze Säule, oben mit einem Gewinde, mit welchem das Stativ X und der Arm a verbunden ist, welcher letzterer das eigentliche Mikroskop b trägt, welches aus drei ineinandersteckenden Röhren besteht. In der innern Röhre i befindet sich das Ocularglas k; diese Röhre kann 4 bis 5 Zoll herausgezogen werden und enthält eine Scala von Zollen und feinen Theilen und sein unteres Ende kann in ein anderes Glas geschraubt werden. Mit der mittlern Röhre ist eine Zahnstange verbunden, wodurch dieselbe mittelst eines Getriebes und des Kopfes g bewegt wird. Dies ist die stärkere Stellung. Das untere Ende dieser Röhre e ist conisch und daran ist das Objectiv befestigt. Die dritte oder äußere Röhre ist an dem Arm A mittelst der gekrümmten Platte und der Schraube c befestigt. Wenn die Röhren in die geneigte Stellung gebracht worden waren, welche die Figur zeigt, so dienten die röhren-

förmigen Stangen d,d dazu, um sie in dieser Stellung zu erhalten, und es wird dies durch die Schrauben d, d bewirkt. Die Stangen werden an 2 Füßen befestigt, und wenn die Auszugröhre nicht in Gebrauch war, so würde sie auf die in der Figur angegebene Weise mit dem zusammengesetzten Körper verbunden. War aber die Röhre ausgezogen, so wurden sie mit einem beweglichen Bande j vereinigt. Mit dem Stativ x war die Röhre n verbunden, welche den Spiegel o und den Ring p enthielt, der Pincette, Verdichter und andere Dinge aufnahm. Das Stativ kann durch die Schraube f mit dem Strich hin und hergeschoben werden, wogegen die Auf- und Niederstellung durch die Schraube m bewirkt wird. Die Sammellinse q ist durch einen beweglichen Arm mit dem Ringe p verbunden. Von dieser Form wurden von den Tulley's, Vater und Sohn, viele gute Instrumente angefertigt, die von sehr namhaften Gelehrten zu wissenschaftlichen Untersuchungen angewendet wurden.

Dr. Goring fand zu jener Zeit, daß die Structur gewisser Körper durch manche Mikroskope sehr leicht und durch andere wiederum gar nicht erkannt werden könne. Diese Körper nannte er Probeobjecte (test-objects), und er untersuchte dieselben mit der vorher erwähnten achromatischen Combination und wurde zu der Entdeckung geführt, daß das Durchdringungsvermögen des Mikroskops von seinem Oeffnungswinkel abhänge. 1825 legte Chevalier der Pariser Gewerbsgesellschaft eine achromatische Linse vor, sowie man sie bis jetzt in Frankreich noch nicht gekannt hat. Amici wurde von der französischen Academie veranlaßt, die Versuche über achromatische Objectivgläser, die er mehre Jahre hindurch hatte liegen lassen, wieder aufzunehmen, und er brachte 1827 ein horizontales Mikroskop nach Pa-

ris, bei welchem das Objectiv aus drei übereinander liegenden Linsen bestand, von denen jede einen Focus von 6 Linien und eine große Oeffnung hatte. Dieses Mikroskop hatte noch besondere Oculare, durch welche die Vergrößerung vermehrt werden konnte. Chevalier fertigte nach den Grundsätzen Amici's ein Instrument an, welches bei einer Ausstellung mit einer silbernen Metaille belohnt wurde.

Während dieser practischen Untersuchungen und Fortschritte beschäftigten sich die berühmtesten Optiker und Astronomen aller Länder auch mit den theoretischen Principien des Achromatismus, und man gelangte zu verschiedenen Resultaten, die von höchstem Nutzen für die Verbesserung der Mikroskope waren. Jedoch würde es in einer practischen Anleitung zum Gebrauch eines Mikroskopes zu weit führen, wenn wir diese mannichfachen Verbesserungen hier namhaft machen wollten.

Eine dieser vielen Verbesserungen betraf die achromatischen Objectivgläser; sie rührt von Hrn. Roß her, und wir wollen sie mit Hülfe von Fig. 22 kurz beschreiben. **A** ist eine Röhre, in deren Ende die vordere Linse eingesetzt ist. Diese Röhre ist über eine zweite, **B** geschoben, welche die übrigen Theile der Combination enthält. Die Röhre **A**, welche die Linse zunächst an dem Object hält, kann über der Röhre **B** zu dem Zwecke verschoben werden, um die Entfernung nach der Stärke des Glases zu verändern, welches das Object bedeckt, und es geschieht dieß durch ein Drehen des Schraubenringes, oder einfacher durch ein bloßes Verschieben der beiden Röhren übereinander. Wenn die richtige Stellung bewerkstelligt worden ist, so macht man eine Oeffnung in die Röhre **A**, durch welche man zwei Marken, eine längere und eine kürzere auf der Röhre **B** sehen kann. Wenn die Marke auf der

einen Röhre mit der längern auf der andern zusammenfällt, so ist die Stellung gut für einen unbedeckten Gegenstand, und wenn die kurzen Marken zusammentreffen, so erhält man die zweckmäßigste Entfernung, um die Aberration wieder aufzuheben, die durch Glas von $\frac{1}{100}$ Zoll Stärke hervorgebracht wird, und solches Glas kann man sich leicht verschaffen. Wir kommen in dem zweiten Capitel, welches von den zusammengesetzen Mikroskopen handelt, auf diesen Gegenstand zurück.

Wir gelangen nun zum Ende unserer geschichtlichen Uebersicht von den wesentlichen Verbesserungen des Mikroskops, um nun in den folgenden Capiteln seine jetzige bessere Construction genauer kennen zu lernen. Wir lassen hier auch noch eine Uebersicht der wichtigsten Werke über Mikroskope folgen; wobei wir uns jedoch nur auf die neuere Literatur beschränken:

J. Döllinger, Nachricht von einem verbesserten aplanatischen Mikroskop rc. München 1829.

C. G. Ehrenberg, Mittheilung einer sehr einfachen Methode zum Festhalten, Vergleichen und Aufbewahren der feinsten und vergänglichsten mikroskopischen Objecte. Berlin, 1837.

Brewster, A treatise on the Microscope. Edinburgh, 1837.

Moser, Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes, für Aerzte, Naturforscher und Freunde der Natur. Berlin, 1839.

Mandl, Traité pratique du Microscope et de son emploi dans l'étude des corps organisés. Paris, 1839.

Chevalier, Des Microscopes et des leurs usages. Paris, 1839.

Lérébours, Dèscription d'un Microscope achromatique simplifié. Paris, 1839.

Barfuß, Optik, Catoptrik und Dioptrik, oder theoretisch practischer Unterricht über den möglichst vollkommenen Bau aller optischen Instrumente, besonders aller Arten von Fernröhren und Mikroskopen, nebst Angabe der practischen Hülfsmittel zur technischen Ausführung derselben. Ein populäres Lehrbuch rc. Mit 41 lithograph. Tafeln. Weimar, 1839.

Derselbe, Theorie der Spiegelmikroskope rc. Als Anhang zum Vorhergehenden. Weimar, 1840.

Vogel, Anleitung zum Gebrauch des Mikroskopes zur zoochemischen Analyse und zur mikroskopisch-chemischen Untersuchung überhaupt. Mit 3 Steindrucktafeln. Leipzig, 1841.

Dujardin, Nouveau Manuel complet de l'Observateur au Microscope. Avec Atlas de 30 pl, Paris 1843.

Merz, die neuern Verbesserungen am Mikroskope, nebst den sie begleitenden Aenderungen mit der Dioptrik. München, 1844.

Paget, On the Use of the Microscope. London, 1844. — Deutsch von Melzer. Augsburg, 1845.

Donné, Cours de Microscopie. Paris, 1844.

Goring und Pritchard, Microscopic Illustrations. 3. edit. London, 1845.

Dieselben, the Micrographia. London, 1845.

H. v. Mohl, Mikrographie, oder Anleitung zur Kenntniß und zum Gebrauche des Mikroskopes. Mit 6 lithogr. Taf. Tübingen, 1846.

Erstes Capitel.

Das einfache Mikroskop.

Unter dem Ausdruck des einfachen Mikroskops kann man alle, aus einem convexen brechenden Medium (einer Kugel, einer einfachen convexen Linse oder aus einer Combination von mehren Linsen) bestehenden optischen Instrumente zusammenfassen, welche eine Vergrößerung naheliegender Objecte, ohne Entwerfung eines vergrößerten Bildes derselben, dadurch bewirken, daß sie die Objecte unter einem größern Gesichtswinkel, als es mit bloßen Augen möglich ist, zu betrachten erlauben.

Um die Wirkung, welche eine vor das Auge gehaltene convexe Linse bei Betrachtung nahe gelegener Objecte äußert, zu erläutern, wird folgende Darstellung der Ablenkung, welche die Lichtstrahlen bei'm Durchgange durch eine derartige Linse erleiden, genügen.

Wenn Fig. 23 die Strahlen A, A′, A″ in paralleler Richtung mit der Achse der doppelt convexen Linse L L′ auf die letztere auffallen, so werden sie nach ihrem Austritte aus der zweiten Fläche derselben convergiren, und in einem auf der Verlängerung der Linsenmasse liegenden Puncte F (dem Hauptbrennpuncte, Hauptfocus, siderischen Focus) zusammentreffen. Wenn umgekehrt ein leuchtender Punct im Hauptfocus steht, so werden die von ihm auf die Linse in divergirender Richtung fallenden Strahlen hinter der Linse in paralleler Richtung austreten.

Wenn der leuchtende Punct Fig. 24 weiter von der Linse nach G entfernt wird, folglich die von ihm auf die Linse fallenden Strahlen schwächer, als im vorigen Falle, divergiren, so werden sie hinter

der Linse nicht in paralleler, sondern in convergirender Richtung austreten und in einem auf der Verlängerung der Linsenachse liegenden Vereinigungspuncte H zusammentreffen. Je weiter sich der leuchtende Punct G von der Linse entfernt, desto mehr wird der Vereinigungspunct H gegen die hintere Seite der Linse hinrücken, bis der leuchtende Punct in unendlicher Entfernung von der Linse steht und folglich Parallelstrahlen auf dieselbe schickt, in welchem Falle der Vereinigungspunct H mit dem hinter Linse liegenden Hauptfocus F der zusammenfällt.

Rückt dagegen der leuchtende Punct G (Fig. 25) näher zur Linse, als der Hauptfocus F, so ist die Linse nicht mehr im Stande, den stark divergirenden Strahlen eine convergirende oder parallele Richtung zu ertheilen, sondern es treten dieselben unter der Linse noch in einer divergirenden Richtung, jedoch unter einem kleineren Winkel, als vor ihrem Eintritte divergirend, aus.

Wenn neben dem auf der Verlängerung der Linsenachse liegenden leuchtenden Puncte G noch ein zweiter leuchtender Punct G′ (Fig. 26) liegt, so wird der von dem letzteren durch die Mitte der Linse gehende Strahl G′ H′ in (nahezu) gerader Richtung (in der Richtung einer Nebenachse) seinen Weg fortsetzen, und es werden sich die übrigen von diesem Puncte divergirend auf die Linse auffallenden Strahlen in einem auf dieser Nebenachse liegenden Punct H′ vereinigen, welcher von dem Centrum der Linse eben so weit absteht, als der Vereinigungspunct H der von dem auf der Hauptachse liegenden Puncte G ausgehenden Strahlen. Da das Gleiche von jedem andern, neben G liegenden Puncte gilt, so werden die von jedem Puncte eines vor der Linse in der Entfernung von G befindlichen Objectes ausgehenden Strahlen hinter der Linse wieder in einem

Vereinigungspunct gesammelt, und es wird durch diese in einer gekrümmten Fläche neben einander liegenden Vereinigungspuncte ein dem Gegenstande genau entsprechendes umgekehrtes Bild entworfen. Liegt der Gegenstand in der doppelten Brennweite vor der Linse, so liegt das Bild in derselben Entfernung hinter der Linse und ist an Größe dem Gegenstande gleich; rückt der Gegenstand weiter von der Linse weg, so wird das Bild näher zur Linse hingerückt und kleiner; nähert sich der Gegenstand der Linse, so rückt das Bild von derselben hinweg und wird größer, bis der Gegenstand in den Hauptbrennpunct der Linse fällt und nun die von jedem Puncte derselben ausgehenden Strahlen hinter der Linse in paralleler Richtung austreten und eben damit kein Bild mehr entsteht.

Erinnern wir uns nun, daß ein gesundes Auge im Stande ist, Strahlen, die von einem leuchtenden Puncte in mäßig divergirender Richtnng ausgehen, wieder zu einem auf der Netzhaut liegenden Brennpuncte zu vereinigen, daß ein weitsichtiges Auge auch noch Parallelstrahlen vereinigen kann, daß dagegen convergirende Strahlen von einem gesunden Auge nicht zu einem auf der Retina liegenden Puncte gesammelt werden können, so geht daraus in Beziehung auf das Sehen durch eine Convexlinse hervor, daß ein Gegenstand, welcher durch dieselben gesehen werden soll, in eine solche Entfernung von der Linse gebracht werden muß, daß sie von jedem seiner Puncte auf die Linse in divergirender Richtung auffallender Strahlen hinter der Linse in paralleler oder in schwach divergirender Richtung austreten. Der Gegenstand muß daher, je nach der Beschaffenheit des Auges, entweder (bei weitsichtigem Auge) in den Hauptfocus der Linse gebracht oder (bei mehr oder weniger kurzsichtigem Auge) zwischen den

Hauptfocus und die Linse gestellt werden. Für jedes Auge wird es eine Stellung des Gegenstandes geben, bei welcher die von den einzelnen Puncten desselben ausgehenden Strahlen von dem Auge zu Brennpuncten auf der Netzhaut vereinigt werden können, wodurch das Auge in den Stand gesetzt wird, von dem Gegenstande ein eben so scharf begrenztes Bild zu entwerfen, als wenn derselbe ohne Vermittlung der Linse in größerer Entfernung vom Auge betrachtet worden wäre.

Das Auge wird den Gegenstand durch Vermittlung der Linse unter einem größern Gesichtswinkel sehen, als es ohne die Linse möglich ist. Indem nämlich der von jedem Puncte des Gegenstandes durch das Centrum der Linse gehende Strahl seinen Weg in gerader Richtung fortsetzt, und alle von demselben Puncte ausgehenden Strahlen auf der durch den ungebrochenen Strahl gebildeten Nebenachse zusammentreffen, oder durch das Auge zu einem auf dieser Nebenachse liegenden Puncte vereinigt werden können, so erblickt das Auge den Gegenstand unter demselben Gesichtswinkel, unter welchem es denselben erblicken würde, wenn ihm der Gegenstand bis auf dieselbe Entfernung, in welcher er vom Centrum der Linse absteht, genähert würde.

Es stelle (Fig. 28) **AB** ein vor der Linse innerhalb ihres Brennpunctes **F** liegendes Object vor, welches Büschel stark divergirender Strahlen **Aee** gegen die Linse ausschickt. Diejenigen Strahlen der Büschel, welche durch das Centrum **C** der Linse gehen, setzen ihren Weg in gerader Richtung fort und bilden einen Winkel **DCE**, welcher als Scheitelwinkel dem Winkel **ACB** gleich ist, d. h. dem Gesichtswinkel, unter welchem der Gegenstand **AB** einem im Centrum der Linse befindlichen Auge erscheinen würde.

Die übrigen dem Büschel Aee angehörigen Strahlen (und ebenso entsprechend die von dem Puncte B ausgehenden Strahlen) werden durch die Linse so gebrochen, daß sie von den die Nebenachsen bildenden Strahlen CD, CE nur noch wenig divergiren, und deßhalb durch ein hinter der Linse liegendes Auge zu Brennpuncten, die in der Verlängerung von CD und CE liegen, vereinigt werden können. Es wird also das Auge die Strahlen in derselben Richtung erhalten, als kämen sie vor einem aufrechten und vergrößerten, hinter dem Gegenstande AB liegenden, Bilde ab desselben. Dieses Bild erscheint dem Auge um so viel größer, als der Winkel ABC größer ist, als der Gesichtswinkel, unter welchem das Object AB dem Auge in der Weite des deutlichen Sehens erscheinen würde, d. h. um so viel größer, als die Entfernung zwischen AB und C in 8 Zoll enthalten ist.

Da die Brennweite einer Linse, je kleiner sie ist, desto öfter in dieser Entfernung von 8 Zoll enthalten ist, so ist einleuchtend, daß die Vergrößerungskraft einer Linse um so bedeutender, je kürzer ihre Brennweite ist. Die Länge des Focus ist abhängig theils von dem Krümmungshalbmesser der Linsenflächen, theils von dem Brechungsvermögen der Substanz, aus welcher die Linse besteht.

Da es von vielfachem Interesse ist, die Focallänge und die Vergrößerungskraft einer Linse bestimmen zu können, so wird wohl für Manchen die Angabe der Mittel, die zur Erreichung dieses Zweckes führen, nicht unerwünscht sein.

In Beziehung auf die Focallänge einer aus Kronglas verfertigten Kugel oder einer Linse gelten folgende Regeln:

Bei einer Kugel ist der Focus für Parallelstrahlen um den vierten Theil des Durchmessers der Kugel von ihrer Oberfläche entfernt.

Bei einer doppelt und gleich convexen Linse ließ der Hauptfocus um die Länge des Radius einer ihrer Flächen von der Linse ab,

Bei einer planconvexen Linse, wenn die Parallelstrahlen auf die ebene Seite auffallen, liegt der Focus um den doppelten Radius von der convexen ab; fallen die Strahlen auf die convexe Seite auf, so ist die Focaldistanz um $\frac{2}{3}$ der Dicke der Linse kürzer, als der Kugeldurchmesser.

Sind die Radien der Flächen einer doppelt convexen Linse ungleich, so ist die Wirkung der Linse die gleiche, als wären beide Radien gleich dem harmonischen Mittel aus denselben, welches durch Division ihres Productes durch die Hälfte ihrer Summe gefunden wird, oder bei einem Meniscus durch die Hälfte ihrer Differenz.

Um die Focallänge einer convexen Linse zu finden, es mag ihre Krümmung und ihre Substanz sein, welche sie will, kann man folgende Verfahrungsarten anwenden:

a) Man stelle eine brennende Kerze auf das eine Ende eines Zollstabes und an's andere Ende rechtwinklich zum Maßstabe ein Kartenblatt. Die Linse wird zwischen die Kerze und die Karte gehalten, und es werden diese letzteren so lange hin und hergeschoben, bis man die geringste Entfernung ausgemittelt hat, bei welcher noch ein deutliches Bild von der Kerzenflamme erhalten wird. Diese Distanz ist die vierfache Brennweite.

b) Man bringt die Linse zwischen ein Object, z. B. ein Fenster, eine Kerze und zwischen die Wand, und bewegt sie vorwärts und rückwärts,

bis das Bild die größte Deutlichkeit zeigt. Man mißt nun die Entfernung der Linse vom Objecte und vom Bilde, multiplicirt die Entfernungen mit einander und dividirt das Product mit ihrer Summe; der Quotient ist die Focaldistanz. Oder man dividirt das Quadrat der Distanz des beobachteten Focus durch die Distanz des Objectes von diesem Focus und erhält dadurch den Ueberschuß über die Hauptfocallänge.

c) Die Sonne ist so entfernt, daß die von den verschiedenen Puncten ihrer Oberfläche auf die Linse fallenden Strahlen als parallel betrachtet werden können; man kann daher die Hauptfocallänge durch Messung der Entfernung des Sonnenbildes von der Linse bestimmen. Man kann auch die eine Seite der Linse mit Papier bedecken, in welches man einige Löcher gestochen hat, und die Linse der Sonne aussetzen. Hält man einen Schirm hinter die Linse, so sieht man so viele helle Flecken, als Löcher in dem Papier sind; bewegt man den Schirm rückwärts, so nähern sich die Flecken einander, bis sie zu einem Focus zusammenfließen, dessen Entfernung von der Linse zu messen ist.

Diese Mittel genügen, um bei Linsen von größerer Brennweite die Focallänge mit einer für die meisten practischen Zwecke hinreichenden Genauigkeit zu finden; bei solchen Linsen dagegen, deren Brennweite nur wenige Linien oder nur Bruchtheile einer Linie beträgt, sind sie nicht anwendbar, indem bei der geringen Größe des von der Linse entworfenen Bildes und bei der geringen Entfernung der Fläche, auf der das Bild aufgefangen wird, von der Linse die Ausmittlung des Abstandes der Linse von dieser Fläche ungemein schwierig wäre. Bei solchen starken Linsen kann man durch folgendes Verfahren zu

seinem Ziele gelangen. Man benutzt die Linse, deren Brennweite gefunden werden soll, als Ocular eines Fernrohres und mißt die Vergrößerung, welche dieses mit jener Linse giebt, mit Hülfe des Ramsden'schen Dynameters. Zuerst mißt man alsdann die Focallänge des Objectives, oder des Spiegels des Fernrohres, wozu man, um den Focus für parallele Strahlen zu finden, das Bild der Sonne benutzen kann. Durch Division der Focallänge des Fernrohrobjectives durch die Zahl, welche die Vergrößerung des Fernrohrs angiebt, erhält man die Focallänge der als Ocular dienenden Linse. Prof. v. Mohl benutzte z. B. zur Bestimmung der Brennweite eines Fraunhofer'schen Mikroskopobjectives einen Fraunhofer'schen Refractor, dessen Objectiv 8 Fuß Brennweite hat. Der vor das Objectiv gestellte Rahmen des Dynameters hatte 81,6 Millimeter Oeffnung; sein mit dem Dynameter gemessenes Bild zeigte, als jene Linse als Ocular gebraucht wurde, eine Breite von 1,55 Millimeter, die Vergrößerung des Fernrohrs war also 52,6. Die Brennweite des Fernrohrs (1152'''), dividirt durch 52,6, giebt als Brennweite jener als Ocular dienenden Linse 21,9'''.

Da es unbequem wäre, die Brennweite einer jeden Linse auf die angegebene Weise zu bestimmen, so benutzt man, wenn man die Focallänge anderer Linsen ausmitteln will, jene erste Linse zur Vergleichung mit diesen. Man benutzt nämlich die Linse, deren Brennweite man kennt, als Objectiv eines zusammengesetzten Mikroskops, welches einen Mikrometer im Oculare hat, und betrachtet mittelst des Mikroskopes einen andern Mikrometer und bestimmt, wie viele Abtheilungen des ersteren auf eine Abtheilung des letzteren gehen, oder man wendet nur einen Mikrometer an und zählt, wie viele Abtheilungen dieses als Object dienenden Mikrometers in das Ge-

sichtsfeld des Mikroskopes fallen. Wenn man nun eine andere Linse, deren Brennweite ausgemittelt werden soll, als Objectiv desselben Mikroskops benutzt, wobei dieselbe (oder, wenn die gemeinschaftliche Brennweite mehrer hinter einander liegender Linsen ausgemittelt werden soll, die hinterste derselben) genau an die Stelle der Musterlinse gesetzt werden muß, und nun bestimmt, wie viele Abtheilungen des als Object dienenden Mikrometers auf eine Abtheilung des im Oculare liegenden oder in das ganze Gesichtsfeld des Mikroskopes fallen, so ergiebt sich hieraus leicht die relative Vergrößerungskraft beider Linsen, und hieraus die gesuchte Brennweite der zweiten Linse. Wenn nämlich die Vergrößerungskraft der zweiten Linse das Doppelte, Dreifache u. s. w. der ersten beträgt, so wird die Hälfte, ein Dritttheil u. s. w. von den durch die erste Linse in das Gesichtsfeld des Mikroskops fallenden Abtheilungen des Mikrometers diesen Raum ausfüllen, und die Brennweite dieser zweiten Linse die Hälfte, ein Dritttheil 2c. von der Brennweite der ersten Linse betragen. Auf diese Weise wird ermittelt, daß die drei stärksten Plössl'schen Objective zusammen eine Brennweite von 1,43'''; drei starke Amici'sche eine Brennweite von 0,86''' besitzen.

Ist die Focallänge einer Linse oder einer aus mehren hinter einander liegenden Linsen bestehenden Combination gefunden, so ergiebt sich aus derselben die Vergrößerungskraft der Linsen. In dieser Beziehung giebt man gewöhnlich als Regel an, daß eine Linse so vielmal vergrößert, als ihre Focallänge in der Weite des deutlichen Sehens enthalten ist; es vergrößert also eine Linse von 1'' Focus achtmal. Diese Bestimmung ist zur Vergleichung der Vergrößerungskraft verschiedener Linsen ganz passend, allein sie ist zur Bestimmung der Vergrößerung,

welche der einzelne Beobachter durch die Linse erhält, nur annäherungsweise richtig, weil eigentlich nicht das Verhältniß der Länge des Hauptfocus der Linse zu der Sehweite, sondern das Verhältniß der Entfernung des durch die Linse gesehenen Objectes vom Centrum der Linse zu der Sehweite die Vergrößerungskraft bestimmt. Diese Entfernung des Objectes von der Linse ist aber für die meisten Augen kleiner, als die Focallänge, weil das Object innerhalb des Focus stehen muß, wenn die von demselben ausgehenden Strahlen hinter der Linse nicht in paralleler, sondern dem Bedürfniß der meisten Augen gemäß in schwach divergirender Richtung austreten sollen. Aus diesem Grunde vergrößert dieselbe Linse für ein kurzsichtiges Auge stärker, als für ein weitsichtiges, und es giebt jene Regel, da die meisten Augen nicht mittelst Parallelstrahlen am besten sehen, im Allgemeinen die Vergrößerung der Linsen etwas zu schwach an.

Ein zweiter Umstand, welcher die Bestimmung der Vergrößerungskraft einer Linse unsicher macht, liegt in der Verschiedenheit der Sehweite verschiedener Augen, Nimmt man diese zu 10 Zoll an, so wird man natürlicherweise die Vergrößerungskraft einer Linse doppelt so hoch bestimmen, als wenn man dieselbe mit Goring zu 5 Zoll annimmt. Im Grunde ist es freilich gleichgültig, welche Sehweite zu Grunde gelegt wird, wenn nur das Maß derselben angegeben ist.

Um diesen Schwierigkeiten, die Vergrößerungskraft einer Linse genau zu bestimmen, zu entgehen, ziehen es manche Mikrographen, namentlich Dr. Goring, vor, niemals die Vergrößerungskraft, sondern die Focallänge der Linsen anzugeben. Man sieht nicht ein, was dadurch gewonnen sein soll, indem diese Bezeichnungsweise um nichts genauer, als

die gewöhnliche Angabe der Vergrößerungskraft der Linse ist, und wenn man aus derselben die Vergrößerungskraft der Linse ableiten will, doch jene Division der Sehweite durch die Focallänge vorgenommen werden muß.

Will ein Beobachter bestimmen, wie stark eine Linse gerade für sein Auge vergrößert, so kann er diesen Zweck auf eine doppelte Weise erreichen, entweder durch directe Messung eines durch die Linse gesehenen, vergrößerten Bildes, oder durch Rechnung.

Im ersteren Falle befestigt man in der Entfernung der deutlichen Sehweite, also nach der gewöhnlichen Annahme in der Entfernung von 8 par. Zoll, unterhalb und neben der Linse einen Maßstab, und bringt unter die Linse einen nach demselben Maße getheilten Mikrometer in die Entfernung, in welcher er durch die Linse am deutlichsten gesehen wird. Wenn man nun mit dem einen Auge durch die Linse den Mikrometer und zugleich mit dem andern Auge den Maßstab betrachtet, so ist es nicht schwierig, das vergrößerte Bild des Mikrometers auf den Maßstab zu projiciren und das Verhältniß ihrer Theilungen zu bestimmen. Man habe z. B. einen Mikrometer, welcher in 50tel Linien getheilt ist, unter der Linse und einen in Zolle und Linien getheilten Maßstab neben dem Mikroskope und finde, daß 5 Abtheilungen des Mikrometers genau 18''' des Maßstabes entsprechen, so sieht das in die Linse sehende Auge eine $\frac{5}{10}$ oder $\frac{1}{10}$''' lange Abtheilung des Mikrometers unter demselben Geischtswinkel, unter dem das freie Auge einen 18''' langen Theil des Maßstabes erblickt; es sieht also der Mikrometer 180 Mal vergrößert.

Diese Methode wird man zum practischen Behufe hinlänglich genau finden, und es wird hierbei die Mühe, die Focallänge der Linse zu suchen, erspart

Ist die letztere bekannt, so kann man aus ihr und aus der kürzesten Sehweite des eigenen Auges berechnen, wie weit für das eigene Auge das Object von der Linse absteht (welche Länge der Gesichtsfocus der Linse) und welche Vergrößerungskraft die Linse für das eigene Auge besitzt. Dr. Goring, (Goring u. Pritchard, Micrographia p 96) setzt die hierbei zu befolgende Methode mit folgenden Worten auseinander. „Man muß das Auge selbst als ein Vergrößerungsglas betrachten von der Stärke einer Linse, deren Focus der kürzesten Sehweite des Auges gleich ist. Wenn eine vergrößernde Linse vor das Auge gebracht wird, so muß sie als die vordere Linse eines Dublets betrachtet und der Focus und die Vergrößerungskraft dieser Combination auf dieselbe Weise, wie bei einem solchen, gefunden werden, d. h., man muß den kürzesten Gesichtsfocus des Auges mit dem siderischen Focus der Linse, deren Vergrößerungskraft wir zu erfahren wünschen, multipliciren und das Product durch die Summe beider Brennweiten, weniger der Entfernung zwischen denselben, dividiren, wodurch man den Focus einer Linse, deren Vergrößerungskraft der der Combination gleich ist, erhält. Das Resultat kann man dadurch prüfen, daß man untersucht, wie oft der gefundene Focus in der Sehweite des Auges enthalten ist. Diese Methode stimmt mit dem Experimente ganz genau überein. Wenn wir uns jedoch die Linse und die Cornea in Berührung denken und die Distanz, sowie die Dicke der Linse nicht in Rechnung bringen, so wird der Focus etwas zu kurz, und folglich die Vergrößerungskraft zu hoch ausfallen; man halte es jedoch nicht für der Mühe werth, auf diesen Punct Rücksicht zu nehmen.

Es mögen ein Paar Beispiele dieser Berechnungsart beigefügt werden.

Frage: Welche Vergrößerungskraft hat eine Linse von 7″ siderischem Focus für eine Person, deren kürzeste Sehweite 6 Zoll beträgt?

$6 \times 7 = 42$ Distanz $= 0$
$6 + 7 = 13$

$42 \div 13 = \frac{42}{13} = 3\frac{3}{13}$ Zoll, vereinigter Focus der Linse und des Auges, oder Gesichtsfocus.

$\frac{6}{1} \div \frac{42}{13} = \frac{6}{1} \times \frac{13}{42} = \frac{78}{42} = 1\frac{6}{7}$ Mal. — Antwort.

Frage: Was ist die Vergrößerungskraft einer Linse von 1″ Brennweite bei einer Sehweite von 6″?

$6 \times 1 = 6$
$6 + 1 = 7$

$\frac{6}{7}$ Zoll ist daher der Gesichtsfocus.

$\frac{6}{1} \div \frac{6}{7} = \frac{6}{1} \times \frac{7}{6} = \frac{42}{6} = 7$ Mal. — Antwort.″

Wenn das auf der Netzhaut entworfene Bild eines Gegenstandes scharf gezeichnet sein soll, so ist nothwendig, daß die von jedem Puncte des Objectes ausgehenden Strahlen wieder genau in einem Puncte des Bildes vereinigt sein müssen. Diese Bedingung erfüllt das Auge, wenn die Lichtstrahlen von einem innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens gelegenen Gegenstande unmittelbar zu ihm gelangen, mit einem hohen Grade von Genauigkeit; gehen dieselben dagegen durch eine sphärische Linse, ehe sie zum Auge gelangen, so erlangen sie aus einer doppelten Ursache in ihrer relativen Lage eine solche Aenderung, daß das Auge nicht im Stande ist, die von einem Puncte abstammenden Lichtstrahlen wieder genau in einem Puncte zu vereinigen, wodurch das Bild an Schärfe der Umrisse verliert. Man bezeichnet diese von der Linse in der Richtung der Strahlen bewirkten Abweichungen mit dem Ausdrucke der sphärischen und der chromatischen Aberration.

Die sphärische Aberration beruht auf dem Umstande, daß die Strahlen, welche die Linse in der Nähe ihrer Achse durchdringen, schwächer gebrochen werden, als die Strahlen, welche durch die dem Rande gelegenen Theile der Linse gehen.

Es seien (Fig. 27) **B,B′** Parallelstrahlen, welche in der Nähe der Achse **AF** auf die Linse **LL′** fallen; ihr Vereinigungspunct liege in **F**; die Randstrahlen **CC** besitzen dagegen ihren Vereinigungspunct in einem der Linse näher gelegenen Puncte **F** und treffen, wenn sie über denselben hinaus verlängert werden, eine durch **F** gelegte Fläche in **GH**. Die Distanz **f F** nennt man die Longitudinal-Abweichung der Linse, die Distanz **G H** die laterale sphärische Abweichung.

Fängt man mit einer solchen Linse das Bild der Sonne oder eines andern leuchtenden Körpers in der Entfernung von **F** auf, so wird in **F** ein helles Bild des Körpers durch die der Achse näher liegenden Theile der Linse entworfen; allein dieses Bild ist am Rande nicht scharf begrenzt, sondern von einem Hofe von Licht umgeben, welcher nach Außen zu an Helligkeit abnimmt und durch die mehr gegen den Rand der Linse hin dieselbe durchdringenden Strahlen gebildet wird. Bedeckt man die Linse mit Ausnahme ihres mittelsten Theiles, so wird das von ihr in **F** entworfene Bild scharf begrenzt, aber lichtschwach erscheinen; läßt man einen gegen den Rand hin gelegenen, kreisförmigen Theil frei, so wird das Bild in **f** liegen und ebenfalls scharf begrenzt sein, indem nun die centralen Strahlen, welche in **f** einen das Bild umgebenden Hof bilden, abgehalten werden. Von diesem Mittel, das Bild durch Bedeckung der Linse mittelst einer undurchsichtigen, in der Mitte durchbohrten Scheibe (einer Blendung, eines Diaphragma) reiner darzustellen, macht man in

der practischen Optik einen sehr ausgedehnten Gebrauch, freilich immer auf Kosten der Helligkeit des Bildes. Der Winkel, unter welchem vom Hauptfocus aus gesehen der Durchmesser der Blendung erscheint, wird die Oeffnung der Linse genannt; man erweitert dieselbe nur selten über 10° bis 20°.

Auf entsprechende Weise, wie Parallelstrahlen, welche durch eine sphärische Linse zu einem Focus vereinigt werden, in Folge der sphärischen Aberration nicht genau in einem Puncte zusammenfallen, erhalten Strahlen, welche von dem Brennpuncte gegen die Linse divergiren, nach ihrem Austritt aus den verschiedenen Theilen der Linse eine solche relative Lage, daß sie durch das Auge nicht mehr zu einem Puncte vereinigt werden können, sondern daß, wenn die durch die Mitte der Linse gehenden Strahlen ein scharfes Bild geben, die Randstrahlen vom Auge nicht zu gleicher Zeit zu einem deutlichen Bilde vereinigt werden können, sondern eine größere Annäherung der Linse an das Object verlangen. Man muß daher ebenfalls, um ein scharfes Bild zu erhalten, den Rand der Linse mit einer Blendung verdecken.

Die sphärische Aberration läßt sich bei einer einfachen Linse nicht heben, dagegen kann sie durch die Wahl der Form, die man der Linse ertheilt, bedeutend vermindert werden. Die beste Form, welche man einer Linse von gewöhnlichem Glase ertheilen kann, ist die einer doppelt convexen Linse, bei welcher die Radien beider Flächen sich wie 1:6 verhalten. Bei Anwendung mehrer hinter einander stehender Linsen kann dagegen durch Abänderungen in der Form und in der Entfernung der Linsen die sphärischen Aberration gehoben und sogar in entgegengesetztem Sinne umgeändert werden.

Eine zweite, nicht minder starke Störung erleidet die Reinheit des durch eine einfache Linse gesehenen Bildes durch die sogenannte chromatische Aberration. Es beruht dieselbe auf dem Umstande, daß ein Strahl von weißem Lichte, wenn er bei'm Uebergang aus einem Medium in ein anderes von abweichender Dichtigkeit gebrochen wird, nicht als Ganzes in gleichmäßiger Weise die neue Richtung annimmt, sondern sich in Strahlen von verschiedener Farbe spaltet, welche in der Richtung der Brechungsebene eine verschieden starke Brechung erleiden und unter der Form eines Fächers auseinander weichen. Der am stärksten gebrochene Strahl ist der violette, der am wenigsten gebrochene der rothe; zwischen beiden liegt die bekannte Reihe der Farben des Sonnenspectrums. Man nennt diese Erscheinung die Zerstreuung (Dispersion) des Lichtes.

Wird weißes Licht durch eine Convexlinse (Fig. 29) in einem Focus gesammelt, so werden die in demselben enthaltenen violetten Strahlen in Folge einer stärkern Brechung am nächsten an der Linse (v), die rothen am entferntesten von derselben (r) zu einem Focus vereinigt, und zwischen beiden Brennpuncten liegt eine unzählige Reihe anderer, aus verschieden brechbaren und verschieden gefärbten Strahlen gebildeter Brennpuncte. Fängt man das Bild zwischen der Linse und dem Brennpuncte der violetten Strahlen mit einem weißen Schirme auf, so ist es mit einem rothen Saume umgeben, dagegen mit einem violetten, wenn es außerhalb des Focus der rothen Strahlen aufgefangen wird; ziemlich farblos wird es dagegen erscheinen, wenn der Schirm etwa in die Mitte zwischen dem Focus der violetten und dem der rothen Strahlen gestellt wird, an welcher Stelle sich die violetten und die rothen Strahlen schneiden (b).

Betrachtet man mit einer Linse einen hellglänzenden weißen Flecken auf dunklem Grunde, so werden die Ränder desselben mit einem rothen oder einem blauen Farbensaume umgeben sein, je nachdem das Object innerhalb oder außerhalb des Focus gebracht wird.

Es findet nun die merkwürdige Erscheinung Statt, daß die Zerstreuungskraft verschiedener Medien ihrem Brechungsvermögen nicht parallel geht, sondern daß die eine Substanz dem gesammten Lichtstrahle eine bedeutende Ablenkung ertheilt, ohne aber zugleich in verhältnißmäßigem Grade die verschiedengefärbten Strahlen auseinander treten zu lassen, während eine andere Substanz bei gleich starker Brechung des gesammten Lichtbündels eine weit starkere Divergenz der einzelnen Strahlen verursacht. In Beziehung auf die practische Optik ist es höchst wichtig, daß die letztere Eigenschaft dem bleihaltigen Flintglase, im Gegensatz gegen das Kronglas, zukommt. Diese Eigenschaft gewährt das Mittel, dem Lichte eine Brechung zu ertheilen, ohne zugleich eine Farbenzerstreuung hervorzurufen. Wenn man nämlich eine convexe Linse von Kronglas mit einer concaven Linse von Flintglas verbindet, und die letztere von der Stärke nimmt, daß ihre zerstreuende Kraft der der Kronglaslinse gleich ist, so wird ihre brechende Kraft kleiner, als die der Kronglaslinse sein. Da nun, in Folge der entgegengesetzten Krümmungen beider Linsen, sowohl ihr Brechungsvermögen, als Zerstreuungsvermögen in entgegengesetzter Richtung wirkt, so wird die in der einen Linse hervorgerufene Farbenzerstreuung durch die entgegengesetzte der zweiten Linse wieder aufgehoben, während die durch die Kronglaslinse bewirkte Brechung durch die entgegengesetzte der Flintglaslinse zwar vermindert, aber nicht völlig aufgehoben wird. Beide Liusen zusammen wirken also in

Hinsicht auf Brechung wie eine schwächer convexe Linse und geben ein farbloses (achromatisches) Bild, welches von der durch die Farbenzerstreuung verursachten Undeutlichkeit frei ist.

Es stelle (Fig. 30) **A** die convexe Kronglaslinse, **B** die concave Flintglaslinse vor. Die in die Kronglaslinse einfallenden Strahlen **a, a**, werden durch dieselbe zerstreut; der Focus der violetten Strahlen **v'** liege in **v**, der der rothen **r'**, **r** liege in **r**. Die Flintglaslinse **B** bricht nun diese gefärbten Strahlen in entgegengesetzter Richtung so stark, daß der violette Strahl wieder mit dem rothen zusammentrifft, wodurch bewirkt wird, daß aus der Linsencombination wieder weiße Strahlen, welche ihren Focus in **F** haben, hervortreten.

Die Correction der Farbenzerstreuung ist niemals vollständig. Es findet nämlich der auffallende Umstand Statt, daß verschiedene Substanzen nicht bloß in Hinsicht auf die Stärke der Farbenzerstreuung von einander abweichen, sondern daß sie ungleichförmig auf die Brechung der einzelnen gefärbten Strahlen wirken. Wenn also durch zwei Substanzen die äußersten rothen und violetten Strahlen unter gleichem Winkel von einander abgelenkt werden, so werden die mittleren Strahlen, z. B. die grünen, von der einen Substanz eine in der Mitte zwischen Roth und Violett liegende Abweichung erhalten, während sie durch eine andere mehr gegen das violette, durch eine dritte mehr gegen das rothe Ende des Spectrums hin gebrochen werden können. Man bezeichnet dieses Verhältniß mit dem Ausdrucke Irrationalität des Spectrums. Wenn man nun durch zwei brechende Mittel von entgegengesetzter Form und verschiedenem Zerstreuungsvermögen die äußersten, einander entgegengesetzten Grenzen der zerstreuten Lichtbündel wieder vereinigt, so werden damit die mittleren Strahlen in

Folge der Irrationalität des Spectrums noch nicht mit den äußersten Strahlen vereinigt, und der aus der Linsencombination hervortretende Lichtbündel nicht völlig entfärbt. Man bezeichnet die zurückbleibende Farbenerscheinung mit dem Ausdruck des secundären Spectrums und kennt bis jetzt kein Mittel, dieselbe zu heben.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß zur Aufhebung der chromatischen Aberration die Vereinigung von wenigstens zwei brechenden Mitteln von abweichender Dispersionskraft gehört. Es giebt daher bei einfachen Linsen kein Mittel, sie aufzuheben, und man hat, um sie für eine gegebene Linse zu vermindern, nur ein Hülfsmittel, nämlich die Abhaltung der immer in Verhältnisse zu den centralen Strahlen stärker zerstreuten Randstrahlen durch Blendungen. Ein großer Unterschied in Hinsicht auf die Stärke der chromatischen Abweichung verschiedener Linsen hängt von der Substanz, aus der sie verfertigt sind, ab, indem solche Substanzen, welche ein großes Brechungsvermögen bei einer verhältnißmäßig kleinen Dispersionskraft besitzen, Linsen liefern, welche bei gleicher Vergrößerungskraft und gleicher Oeffnung weit weniger an chromatischer Aberration leiden, als solche Linsen, die aus Substanzen von entgegengesetzten Eigenschaften verfertigt sind.

Gehen wir nach dieser Auseinandersetzung der Wirkung der convexen Linsen zur Betrachtung derselben selbst über. Jede convexe Linse kann als einfaches Mikroskop betrachtet werden. In der Praxis unterscheidet man dagegen zwischen der Lupe und dem einfachen Mikroskope, indem man mit dem ersteren Ausdrucke die schwächern Linsen, welche eine bis zu etwa 20 mal im Durchmesser steigende Vergrößerung geben, und welche bei'm Gebrauche in der Hand gehalten werden können, bezeichnet, während

die stärker vergrößernden Linsen, deren Anwendung den Gebrauch eines Statives nöthig macht, mit diesem Stativ zusammen mit dem Ausdrucke des einfachen Mikroskopes bezeichnet werden. Eine feste Grenze ist jedoch zwischen beiden nicht zu ziehen, und es sind gewöhnlich die einfachen Mikroskope mit einzelnen Linsen versehen, welche in Hinsicht auf ihre Vergrößerungskraft vielen Lupen nachstehen, während man auf der anderen Seite sich zum Halten der Lupen häufig einfach gebauter Stative bedient.

A. Von der Lupe.

Kein optisches Instrument ist für den Naturhistoriker, namentlich den Botaniker wegen des beständigen Gebrauchs, den er von demselben zu machen hat, nothwendiger, als eine Lupe von etwa 8 bis 19 maliger oder auch etwas höhersteigender Vergrößerung. Sie dient nicht bloß dem Systematiker zur Erforschung der Form der Insecten, der Blüthen und ihrer Theile, der kleineren Kryptogamen u. s. w. sondern ist auch in vielen Fällen ein unentbehrliches Hülfsmittel, um größere Organe zu zerlegen und zur Untersuchung unter dem Mikroskope vorzubereiten. Es ist daher von Wichtigkeit, dieses Instrument in möglichster Vollkommenheit zu besitzen; auffallenderweise sieht man aber einen großen Theil der Naturhistoriker mit Lupen von der schlechtesten Construction ausgerüstet. Es mag daher nicht überflüssig sein, etwas näher auf Besprechung dieses Instrumentes einzugehen.

Die Forderungen, die an eine gute Lupe gestellt werden müssen, sind folgende. Sie muß eine Vergrößerung von etwa 8 bis 16 mal mit voller Schärfe und möglichster Lichtstärke geben, ein großes Gesichtsfeld haben, sie muß daher eine große Oeffnung besitzen und von sphärischer und chromatischer Aberra-

tion möglichst frei sein; sie soll vom Objecte möglichst weit abstehen, nicht bloß, damit demselben bei'm Darüberhalten der Lupe kein Licht entzogen werde, sondern hauptsächlich deßhalb, damit ein Raum zur anatomischen Zerlegung mittelst der Anwendung von Messern, Pincetten u. s. w. unter der Lupe bleibe und es möglich sei, mittelst derselben in Vertiefungen eines Objectes, z. B. in den Grund einer Blüthe, hinabzusehen, oder Körper, die in Wasser liegen, zu betrachten. In andern Fällen kann es auch wünschenswerth sein, die Lupe selbst mit ihrem untern Ende in's Wasser eintauchen zu können, um in demselben liegende Körper zn untersuchen. Alle diese Eigenschaften in einer Lupe zu vereinigen, ist unmöglich, man ist zuweilen genöthigt, wenn zu einem bestimmten Zwecke die Lupe eine dieser Eigenschuften vorzugsweise besitzen soll, ein Instrument anzuwenden, bei welchem der Erreichung eines speciellen Vorzuges andere lobenswerthe Eigenschaften aufgeopfert sind.

Sehr häufig sieht man Lupen im Gebrauche, welche aus einer einfachen, doppeltconvexen Linse bestehen, oder bei welchen mehre solcher Linsen übereinandergeschoben werden können, wenn die Vergrößerung gesteigert werden soll. Lupen von dieser Form sind unbedingt die schlechtesten, indem, wenn die Vergrößerung nur einigermaßen stark sein soll, die chromatische und namentlich die sphärische Abweichung so stark ist, daß das Bild nur in einem sehr kleinen Theile in der Mitte des Gesichtsfeldes scharf ist, alle seitwärtsliegenden Theile des Gesichtsfeldes dagegen auf's Stärkste verzerrt sind.

Ein weit besseres Resultat erhält man durch die Anwendung planconvexer Gläser, indem sie mit einer weit geringeren sphärischen und chromatischen Abweichung behaftet sind, als die doppeltconvexen. Eine planconvexe Linse giebt zwar nur die Hälfte der Ver=

größerung von einer doppeltconvexen von gleichem Krümmungshalbmesser, allein diesem Uebelstande läßt sich leicht durch das Uebereinanderlegen zweier planconvexen Linsen abhelfen.

Bei'm Gebrauche einer einfachen planconvexen Linse ist es nichts weniger als gleichgültig, ob die convexe oder die ebene Seite gegen das Object gewendet wird. Wendet man die convexe Seite gegen das Object, so giebt nur ein kleiner Theil in der Mitte des Gesichtsfeldes ein deutliches Bild; die seitlichen Theile dagegen sind in Folge einer starken sphärischen Aberration äußerst verzerrt; dagegen kann man, wenn man bei unverrückter Lage der Lupe schief durch dieselbe sieht, den deutlichen Theil des Gesichtsfeldes über einen ausgedehnten Theil des Objectes hin- und herführen und so einen Theil desselben nach dem andern betrachten. Es paßt diese Stellung der Lupe für naturhistorische Untersuchungen nicht, indem sie keinen Ueberblick über die Form des Objectes gestattet; dagegenkann sie allerdings in manchen Fällen, z. B. bei'm Ablesen von Nonien (an welchen die Lupe immer in dieser Stellung angebracht sind), bequem sein. Wendet man die Planseite gegen das Object, so werden die eben beschriebenen Nachtheile in hohem Grade vermindert, und es ist nun möglich, auf einen Blick einen größeren Theil des Objectes im Zusammenhange zu übersehen, wogegen es allerdings nicht mehr möglich ist, schief durch die Lupe einen seitwärtsgelegenen Punct zu betrachten. Da man jedoch die Lupe in der Regel in der Hand hält und sie somit über dem Objecte hin- und herführen kann, so ist damit, daß man in der Richtung der Achse durch dieselbe sehen muß, kein Nachtheil verbunden, und es ist, wegen des größeren Gesichtsfeldes, das diese Stellung der Lupe gewährt, die Richtung

ihrer Planseite nach unten bei naturhistorischen Untersuchungen immer angezeigt.

Verbindet man, um die Vergrößerung der Lupe zu steigern, zwei Plangläser mit einander, so wählt man dieselben in der Regel von gleicher Stärke. Natürlicher Weise dürfen in diesem Falle die Planseiten beider Gläser nicht gegen einander gewendet werden, wie von ungeschickten Optikern zuweilen geschieht; indem man in diesem Falle die Nachtheile des doppeltconvexen Glases hervorruft, sondern es müssen entweder, wie in den Lupen von Fraunhofer, Plößl u. s. w., die convexen Seiten beider Gläser gegen einander, oder die Planseiten beider Gläser gegen das Object gewendet werden. Die beiden Gläser werden entweder, wie bei der Wilson'schen Lupe (Fig. 31) in eine ziemliche Entfernung von einander gestellt und eine Blendung zwischen denselben angebracht, oder sie werden, wie bei der Fraunhofer'schen Lupe (Fig. 32), beinah übereinander gestellt. Im ersteren Falle werden sie in eine Metallröhre gefaßt, im zweiten Falle können sie auch, da es bei der geringen Stärke der Lupengläser auf eine sehr genaue Centrirung nicht ankommt, in eine nach Art einer Doppellorgnette zum Zusammenlegen eingerichtete Fassung eingesetzt werden, um sie einzeln oder combinirt gebrauchen zu können.

Wenngleich bei den angegebenen Stellungen beider planconvexer Gläser die sphärische Aberration so vermindert ist, daß sie, wenn nicht ein gewisses Maß in der Stärke der Lupe überschritten wird, keine sehr bedeutende Nachtheile hat, so ist doch die chromatische Aberration stark genug, um sehr störend zu wirken. Es war daher eine sehr bedeutende Verbesserung der Lupe, daß Plößl anfing, dieselbe aus zwei planconvexen achromatischen Gläsern, die einzeln oder combinirt gebraucht werden können (indem sie

eine ähnliche Fassung, wie sie die Doppellorgnetten besitzen, haben und daher nach Belieben übereinandergeschoben oder seitwärts von einander entfernt werden können), zu verfertigen; ein solche Lupe läßt in der That in Beziehung auf Reinheit des Bildes wenig zu wünschen übrig und ist, meiner Ansicht nach, für den gewöhnlichen Gebrauch allen andern Lupen vorzuziehen. Mit großem Vortheile kann man auch, wenn es sich um starke Vergrößerungen handelt, die schwächeren Objective der neueren achromatischen Mikroskope als Lupe zum Behufe schwieriger Präparation eines mikroskopischen Objectes benützen.

Der Zweck, eine von sphärischer und chromatischer Aberration beinahe völlig freie Lupe zu erhalten, läßt sich, nach dem Vorschlage von Brewster, auch durch ein einziges Glas erhalten, welchem man die Form einer Kugel ertheilt, in welche ringsum in der Richtung des Aequators bis in die Nähe ihres Centrums eine Rinne eingeschliffen ist (Fig. 33). Statt dieser aus einem Glasstücke bearbeiteten Kugel (**Brewster's grooved sphere**), welche niemals in allgemeinen Gebrauch kam, gebraucht man gewöhnlich die Coddington'sche Lupe, welche aus zwei, mit ihren abgestumpften Flächen zusammengekitteten, an ihren Enden sphärisch zugeschliffenen Kegeln von Glas, oder aus einem in der Mitte bis gegen das Centrum hiniengesägten Cylinder besteht (Fig. 34), welche gekrümmte Flächen ebenfalls Theile einer Kugelfläche sein sollen. Es ist deutlich, daß beide Einrichtungen darin übereinstimmen, daß nur solche Strahlen, welche durch den mittleren Theil der Kugel gehen, welche also ein von sphärischer und chromatischer Abweichung beinahe völlig freies Bild geben, durch eine solche Lupe zum Auge gelangen können, daß dieses gleichmäßig für alle Strahlen gilt, sie mögen parallel mit der Achse oder schief auf dieselbe einfallen, und daß

alle Randstrahlen abgehalten sind. Die Wirkung dieser Lupen ist in der That überraschend, indem sie ein durch Schärfe und Klarheit höchst ausgezeichnetes Bild geben. Dagegen sind sie für den Gebrauch, den man gewöhnlich von den Lupen macht, mannichfach unbequem, weil ihr Focus nur um den vierten Theil des Kugeldurchmessers von ihrer untern Fläche absteht, weßhalb man die Lupe sehr nahe an das Object halten muß, dasselbe leicht beschattet, in Vertiefungen desselben nicht hinabsehen kann u. s. w. Es ist ferner das Gesichtsfeld dieser Lupe sehr beschränkt; man kann zwar in schiefer Richtung eine ziemliche Strecke durch dieselbe auf das Object hinsehen, allein hiemit wird bei naturhistorischen Untersuchungen in der Regel nicht viel gewonnen. Für den gewöhnlichen Gebrauch stehen daher diese Lupen den aus planconvexen, achromatischen Gläsern bestehenden nach; dagegen leisten sie, wo es sich nicht um den Ueberblick eines Objectes, sondern um scharfe Untersuchung einzelner Theile desselben handelt, ausgezeichnete Dienste; auch können sie mit der untern Fläche in Wasser eingetaucht werden, um Körper, die in demselben liegen, zu betrachten. Die von Paris aus (von Lerebours) in den Handel gebrachten Coddington'schen Lupen geben eine mehr als 20 fache Vergrößerung und sind aller Empfehlung werth.

Eine analoge, aber nicht ganz auf demselben Principe beruhende Einrichtung hat die in Deutschland sehr verbreitete Cylinderlupe, welche aus einem cylindrischen, an beiden Enden convex geschliffenen Glasstücke besteht. Bei ihr werden die Randstrahlen auf eine weit unvollkommenere Weise, als bei der Coddington'schen Lupe, abgehalten; dagegen ist bei ihr, um die sphärische Aberration zu vermindern, die nach unten gewendete Fläche schwächer, als die nach oben gewendete, gekrümmt (Fig. 35). Die Cylinder-

lupe giebt ebenfalls ein schönes, jedoch lange nicht so vollkommenes Bild, wie die Coddington'sche Lupe; sie theilt den Nachtheil der kurzen Focaldistanz mit derselben, gewährt aber ebenfalls den Vortheil, in das Wasser eingetaucht werden zu können. Sie ist, ungeachtet sie weniger vollkommen als die Coddington'sche Lupe ist, dennoch immerhin als eine der besten und wohlfeilsten Lupen zu betrachten. Wendet man die stärker gekrümmte Seite der Cylinderlupe gegen das Object, so hat man den Vortheil, dieselbe in größerer Entfernung von demselben halten zu können, allein sie zeigt in dieser Stellung eine sehr bedeutende sphärische Aberration.

Eine Modification von der Cylinderlupe ist die Stanhope'sche Lupe (Fig. 36), bei welcher die obere Fläche so stark convex geschliffen ist, daß der Brennpunct der Lupe auf die untere Fläche selbst, oder nur sehr wenig über dieselbe hinausfällt. Mittelst dieser Lupe können kleine Objecte, welche auf die untere Fläche derselben aufgeklebt werden, oder vermöge ihrer Adhäsion an ihr hangen bleiben, betrachtet werden, was bei Demonstrationen bequem sein kann. Sonst verdient diese Lupe keine besondere Beachtung.

Einer Erwähnung mag es werth sein, daß eine analoge, aber weniger vortheilhafte Einrichtung, als Brewster seiner ringsum eingefurchten Kugel gab, von Wollaston herrührt (Phil. transact. 1812. 735), welcher sie unter dem Namen des perikopischen Mikroskops beschrieb. Wollaston brachte (Fig. 37) zwischen zwei planconvexen, gleichstarken Linsen eine in der Mitte durchbohrte Metallplatte (m n) an, welche die Bestimmung hatte, die Randstrahlen auszuschließen. Der Durchmesser der Oeffnung in dieser Blendung betrug ohngefähr $\frac{1}{5}$ von der Focaldistanz. Brewster bemerkt mit Recht, daß, wenn diese Ein-

richtung ihren vollen Nutzen gewähren sollte, die Oeffnung der Metallplatte mit einem durchsichtigen Kitte von gleichem Brechungsvermögen, wie es das Glas besitzt, ausgefüllt werden müßte, und daß die gekrümmten Flächen beider Linsen Theile einer Kugel bilden müßten. Vorschläge zu weiteren Abänderungen dieser Einrichtung können bei Brewster (a treatise on the microscope, 38) nachgesehen werden; wir glauben sie übergehen zu können, da sie weder praktische Anwendung gefunden haben, noch versprechen.

Das Material, aus welchem die Lupen beinahe ohne Ausnahme verfertigt werden, ist Glas; die Versuche, dem Glase Bergkrystall zu substituiren, verdienen kaum der Erwähnung, indem die größere Härte dieses Materials bei einem so einfachen und wohlfeilen Instrumente nicht in Betracht kommt, und in optischer Beziehung nichts gewonnen wird. Wie bei allen optischen Gläsern muß bei der Wahl einer Lupe, namentlich einer Cylinderlupe, darauf gesehen werden, daß das Glas völlig fehlerfrei sei, d. h., daß es eine vollkommen homogene Masse bilde und frei von allen in ungleichförmiger Dichtigkeit begründeten Wellen und Fäden sei. Vollkommene Farblosigkeit ist Nebensache, doch ist ein weißes Glas immerhin besser, als ein stark grüngefärbtes.

Die Art der Fassung der Lupe ist für die Fälle, wo man dieselbe zur Betrachtung in der Hand hält, ziemlich gleichgültig; es kommt auf individuelle Liebhaberei an, ob man sie in einen mit einem Stiele versehenen Ring, in ein oben mit einer Blendung versehenes Metallröhrchen, oder nach Art einer Lorgnette fassen läßt. Anders verhält es sich, wenn die Lupe zu anatomischen Präparationen verwendet werden soll. In diesem Falle müssen beide Hände frei

und die Lupe auf irgend eine Weise über dem Objecte befestigt sein.

Das einfachste Mittel zu diesem Behufe besteht darin, die Lupe in einen kurzen, aus schwarzem Horne gedrehten, Conus fassen zu lassen, dessen weitere Oeffnung groß genug ist, um das Auge aufzunehmen. Diese Lupe wird an ein Band befestigt, das in Form eines Ringes zusammengenäht ist, welcher, wenn er über den Kopf gestreift und die Lupe vor das Auge gebracht wird, diese in ihrer Lage festhält. Bequem bei dieser Einrichtung ist es, daß die Lupe immer auf den Gegenstand, den man gerade untersuchen will, und gegen den man das Auge wendet, gerichtet ist; allein sehr unbequem ist es, daß man den Kopf beinahe auf den zu untersuchenden Gegenstand auflegen muß; auch kann die Einschließung des Auges in eine dichte Capsel leicht starke Ausdünstung der Umgebungen desselben und bei der Abnahme der Lupe Erkältung nach sich ziehen. Jedenfalls kann man auf diese Weise nur schwache Lupen anwenden.

Weit zweckmäßiger ist es, die Lupe auf einem Gestelle zu befestigen, mittelst dessen sie in eine beliebige Lage zum Object gebracht werden kann. Die mechanische Einrichtung eines solchen Gestelles läßt natürlicherweise eine Menge verschiedener Ausführungen zu; folgende Puncte scheinen mir aber bei der Construirung desselben nicht außer Augen gelassen werden zu dürfen.

1) Die Lupe muß leicht und sanft auf und ab bewegt werden können. Seitliche Bewegungen sind weniger nothwendig, indem gewöhnlich das Object keine solche Größe besitzt, daß es nicht eben so leicht unter der Lupe seitlich und vor- und rückwärts verschoben werden kann; jedenfalls läßt sich, wenn man an einem großen Object präparirt, neben welches der

Lupenträger gestellt wird, durch Drehung des letztern der Lupe jene Bewegung ertheilen.

2) Die Fassung der Lupe muß so eingerichtet sein, daß dieselben in den Lupenträger eingesteckt und nicht eingeschraubt wird, damit man dieselbe schnell mit einer stärkeren oder schwächeren verwechseln könne. Die Lupe muß daher entweder in ein, oben mit einem vorstehenden Rande versehenes Röhrchen gefaßt sein, welches in einen Ring am Lupenträger eingesteckt wird, oder ihre Fassung muß seitwärts einen schwach conischen Fortsatz haben, welcher in eine entsprechende Oeffnung des Lupenträgers paßt.

3) Kleine Objecte müssen auf einem Tischchen oder einer ähnlichen Vorrichtung aufgelegt werden können, welches groß genug ist, um beide Hände auf dasselbe aufstützen zu können, um ihnen bei schwierigen Präparationen die nöthige Festigkeit zu ertheilen.

4) Das Tischchen muß eine von einer Glasplatte bedeckte Oeffnung haben, durch welche man von unten Licht mittelst eines Spiegels nach oben reflectiren kann, um nach Umständen im durchscheinenden Lichte die Zerlegung der Objecte vornehmen zu können. Wünscht man die Objecte auf schwarzem Grunde zu sehen, so dreht man die hintere, geschwärzte Seite des Spiegels nach oben.

Dieser Zweck wird, wenn es sich um Zubereitung kleiner Objecte handelt, vollkommen durch ein Kästchen von etwa 6—8″ Länge, 3″ Breite und Höhe Genüge geleistet, welches auf seiner gegen das Fenster gewendeten Seite (Fig 38) offen ist, einen um eine horizontale Achse drehbaren Planspiegel, welcher mittelst eines auf der rechten Seite vorstehenden geänderten Schrauben-Kopfes zu drehen ist, enthält und auf der obern Seite von einer durch eine Glasplatte zu verschließenden Oeffnung (**b b**) durchbohrt ist. Die Lupe **d** ist in einen Arm, der zwei Charnierge-

lenke e, e hat und auf der linken Seite des Kästchens angeschraubt ist, eingehängt. Man findet diese Vorrichtung, die man sich um wenige Gulden machen lassen kann, vollkommen genügend. Wer dagegen ein passendes Stativ für ein einfaches Mikroskop besitzt, kann sich dessen bedienen; er wird dasselbe jedoch schwerlich besser, als jene wenig kostspielige Vorrichtung, finden.

Handelt es sich dagegen nicht um Zubereitung kleiner Gegenstände, die man auf eine Glasplatte auflegen kann, sondern will man unter der Lupe Untersuchungen an großen Körpern vornehmen, so muß man sich eines Lupenträgers bedienen, welcher neben den zu untersuchenden Körper gestellt wird und mit einem langen Arme versehen ist. In diesem Falle ist es am bequemsten, denselben mit einem schweren Fuße von Metall zu versehen, auf dem eine etwa 4'' hohe Säule steht, in welcher sich ein durch Federung festgehaltener Cylinder auf- und abwärts schieben läßt, welcher an seinem oberen Ende eine durch ein Charnier bewegliche federnde Hülse trägt, in welche ein, wenigstens mit einem Charniergelenk versehener, langer Lupenträger eingesteckt ist.

Bei der Benutzung der Lupen ist es im Allgemeinen Regel, das Auge der Lupe so nahe als möglich zu bringen, indem man hiebei das größte Gesichtsfeld hat; wenn es sich dagegen nicht um den Ueberblick eines größern Gegenstandes, sondern um Betrachtung eines einzelnen Punctes handelt, so kann man auch das Auge in größere Entfernung, z. B. 6 bis 8 Zoll, von derselben bringen, ohne der Deutlichkeit des Bildes dadurch zu schaden.

Wir wollen hier noch einige von den am meisten gebräuchlichen Formen der Lupe kennen lernen. Eine sehr gewöhnliche ist die Fig. 39 abgebildete; sie enthält zwei Linsen, deren Brennweiten von 2 Zoll

bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll verschieden sind und dazwischen eine Blende. Die Fassung hat an ihrem Ende ein viereckiges Loch, wodurch sie mit einem Stative befestigt werden können. Die Blende gestattet die Anwendung beider Linsen als Dublet. Eine andere Form ist die in Figur 40 dargestellte, deren Fassung in der Mitte mit einem runden Loch versehen ist, um sie auf das Stativ zu stecken. Der Engländer Smith vereinigt auch ein Triplet in einer Fassung: die stärkste Vergrößerung ist eine planconvexe Linse, die nächste eine gekreuzte und die geringste eine doppeltconvexe. Die Wirkung einer solchen Lupe ist eine sehr bedeutende.

Fig. 41 zeigt eine in Neusilber gefaßte Lupe mit gefurchter Kugel, sowie wir sie weiter oben mit Hülfe von Fig. 33 näher beschrieben haben.

B. Vom einfachen Mikroskope.

Es wurde schon oben bemerkt, daß kein scharfer Unterschied zwischen dem einfachen Mikroskope und der Lupe existirt, und daß der Unterschied in der Stärke der vergrößernden Linsen und der Anwendung eines Statives liegt, indem man die stärkeren Linsen, welche zu ihrer Anwendung den Gebrauch eines Statives erfordern, zum einfachen Mikroskope, die schwächeren zu den Lupen rechnet.

Da das einfache Mikroskop früher als das zusammengesetzte Mikroskop, zu einer gewissen Vollendung gelangte, so war es ungeachtet aller seiner Mängel für die früheren Beobachter ein Instrument von großem wissenschaftlichen Werthe; dieses Verhältniß hat sich zwar in Hinsicht auf seine Anwendung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, welche eine bedeutende Vergrößerung erfordern, in der neueren Zeit geändert; dagegen ist das einfache Mikroskop auch noch jetzt

zum Behufe der Präparation feiner Objecte ein beinahe unentbehrliches Instrument.

Die früheren Beobachter benützten als einfaches Mikroskop beinahe allgemein die doppeltconvexe Linse. So lange man nicht sehr weit gehende Vergrößerungen verlangt, leistet dieselbe auch in der That nicht zu verachtende Dienste. Allein wie man die Vergrößerung über einen gewissen Grad, d. h. auf mehre hundertmal im Durchmesser steigern will, so treten die nachtheiligen Eigenschaften dieser Form der Linse immer mehr hervor. Es bestehen dieselben vorzugsweise in der großen sphärischen und chromatischen Aberration, welche, um auf einen erträglichen Grad vermindert zu werden, die Anwendung von sehr engen Blendungen erforderlich macht. Durch diese wird der bei starken Linsen ohnedies sehr kleine Durchmesser des zum Auge gelangenden Lichtbündels noch mehr verschmälert, was nothwendigerweise einen großen Mangel an Helligkeit zur Folge hat. Nach der Berechnung Littrow's (Gehler's physic. Wörterbuch VI. 2200) beträgt die Helligkeit bei einer Linse von 10 maliger Vergrößerung 0,8, bei 20 maliger 0,4, bei 100 maliger 0,08, bei 140 maliger 0,06 der Klarheit des natürlichen freien Auges. Nun läßt sich allerdings bei durchsichtigen Objecten durch künstliche Beleuchtung die Helligkeit beinahe bis zu jedem beliebigen Grade steigern, damit wird jedoch der schädliche Einfluß, den die Beobachtung mittelst kleiner Linsen auf das Auge äußert, nicht entfernt. Das Auge wird nämlich, wenn man längere Zeit hindurch mit solchen kleinen Linsen, die nur einen sehr schmalen Lichtbüschel durchlassen, beobachtet, auf's Aeußerste angestrengt. Außerdem wird die Beobachtung durch die geringe Entfernung der Objecte von der Linse sehr unbequem, und der mittlere, ein reines Bild gewährende Theil des Gesichtsfeldes ist sehr klein.

Es unterliegt zwar keinen großen Schwierigkeiten, Glaslinsen, von einer sehr geringen Brennweite, z. B. von $\frac{1}{60}$ und $\frac{1}{8}$ Zoll Brennweite, zu schleifen; allein man fand es doch vielfach bequemer, anstatt solche kleine Glaslinsen zu schleifen, kleine Glaskügelchen durch Schmelzung zu verfertigen, die sich ohne viele Mühe in großer Vollendung und von beliebig kleinem Durchmesser herstellen lassen, so daß Harting angiebt, er hätte sich in Platinblech eingeschmolzene Kügelchen verfertigt, welche Vergrößerungen bis zu 2200 mal im Durchmesser gaben. Mit der Anwendung von Kügelchen an der Stelle von Glaslinsen erschwert man sich hingegen die Beobachtung noch mehr, indem die Entfernung zwischen dem Object und den starken Kügelchen beinahe verschwindend klein wird.

Unter diesen Umständen und bei der großen Vollendung, welche das achromatische zusammengesetzte Mikroskop erhalten hat, wird es nicht leicht mehr Jemandem einfallen, Glaskügelchen zu wissenschaftlichen Untersuchungen zu verwenden. Da jedoch vielleicht mancher Leser Versuche mit solchen Kügelchen zu machen wünscht, und da sich durch Abschleifen der einen Hälfte solcher Kügelchen sehr gute planconvexe Glaslinsen verfertigen lassen, so ist es vielleicht nicht überflüssig, eine der besten Methoden anzuführen, wie sich solche Kügelchen verfertigen lassen.

Nach der Methode von Laligant und Le Baillif wählt man Stücke von reinem und leicht schmelzbarem Fensterglase und zersprengt diese, indem man die Flamme der Glasbläserlampe plötzlich und stark auf sie wirken läßt, womöglich in längliche Stücke, die jedoch nicht über 5 bis 6 Millimeter breit sein sollen. Mit dem Diamant dürfen die Stücke nicht abgeschnitten werden, weil die Rauhigkeiten, welche die Kanten dabei erhalten, leicht zu Blasen Veranlassung geben. Man schmelzt nun vor der Lampe an die beiden Enden ei-

nes solchen Glasstückchens als Handhabe eine Glasröhre oder dergl. an, und erweicht das Glasstückchen in dem heißesten Theil der Flamme, wo es sich zu einem Cylinder von einem halben Millimeter Dicke abrundet. Man sucht nun mit der Lupe die reinsten Stellen dieser Glascylinder aus und zieht diese vor der Lampe zu Fäden aus, deren Dicke im Verhältniß zu der Größe der zu schmelzenden Kügelchen steht. Um die Kügelchen zu bilden, hält man ein Stückchen eines solchen Glasfadens, das man am andern Ende mit einer Pincette faßt, mit dem andern Ende in die Flamme einer Weingeistlampe. Dieses Ende schmilzt nun zu einem Kügelchen, welches an dem mit der Zange gefaßten und dadurch kühler gehaltenen Stück des Glasfadens sitzt. Die Fassung der Linse muß so eingerichtet werden, daß dieser Stiel seitwärts gedreht werden und in eine Rinne der Fassung aufgenommen werden kann (**Chevalier, des microscopes et de leur usage, p. 50**).

Die Methode von Harting (**Bulletin des sciences. phys. et natur. en Néerlande. 1848, p. 370**) stimmt in Hinsicht auf die Verfertigung der Kügelchen im Wesentlichen mit der vorhin beschriebenen Methode überein; dagegen legt Harting das Glaskügelchen nicht unmittelbar in eine Fassung, sondern schmelzt dasselbe nach dem Vorgange von Sivright in das Loch eines Platinbleches ein. Zu diesem Behufe bohrt er in ein Stück Platinblech, welches etwa 2 — 3 Millimeter breit ist, mit einer Nähnadel ein Loch, schlägt den auf der einen Seite durch das Bohren aufgeworfenen Rand der Oeffnung mittelst leichter Hammerschläge auf einer Bleiplatte wieder platt, und bohrt mit der Nadel nach, bis die Oeffnung vollkommen rund ist. Das an dem Glasfaden angeschmolzene Glaskügelchen, welches in die Oeffnung des Bleches eingesetzt werden soll, trennt Harting auf die Weise

vom Glasfaden, daß er den letzteren durch ein in Papier gestochenes Loch steckt und mit einer Scheere den Faden so nahe als möglich am Papier abschneidet, so daß nur ein ganz kurzer Ansatz an der Kugel sitzen bleibt. Dieses Kügelchen wird nun in die um ein Drittheil kleinere Offnung eines Platinbleches so eingelegt, daß der Ansatz des Glasfadens nach oben steht und das Ganze in die heißeste Stelle der Flamme der Glasbläserlampe gebracht, wo das Kügelchen bald in Fluß kommt und, während der Ansatzpunct des Fadens verschwindet, sich in der Oeffnung des Bleches festschmilzt. Damit die kleineren Kügelchen nicht durch den Luftzug des Löthrohres von dem Bleche weggeblasen werden, giebt Harting den Rath, das Platinblech mit dem auf demselben liegenden Kügelchen von oben nach unten sogleich in den heißesten Theil der Flamme zu führen. Die kleineren, über 300 mal vergrößernden Kügelchen haften am Platinbleche fest, so daß man dieses unmittelbar in eine Fassung, welche nur das Blech festhält, einsetzen kann; größere Kügelchen lösen sich dagegen leicht vom Platinbleche ab, daher legt Harting über das Platinblech ein durchbohrtes Bleiplättchen und schraubt beide durch die Fassung aufeinander.

Die früher bei der Verfertigung von Glaskügelchen befolgten Verfahrungsarten können in Gehler's physik. Wörterbuche Bd. VI 2203 nachgesehen werden.

Mag man nun Glaslinsen oder Glaskügelchen anwenden, so ist das Resultat, wenn man die Vergrößerung auf mehre 100 Durchmesser steigert, ein keinesweges befriedigendes, indem, ganz abgesehen von der Unbequemlichkeit der Beobachtung, das Bild, welches diese kleinen Linsen liefern, in Beziehung auf Reinheit und Schärfe, zwar allerdings dem Bilde eines nicht achromatischen, zusammengesetzten Mikroskopes weit vorzuziehen ist; allein mit den stärkeren

Vergrößerungen der neueren achromatischen Mikroskope lange nicht verglichen werden kann. Ich vermag z. B. mit den mir zu Gebote stehenden Linsen, die ich theils selbst geschliffen, theils von Dollond erhalten habe, auf den Schuppen von **Hipparchia Dejanira** keine Querlinien zu sehen, ungeachtet diese Schuppen ein leichteres Object, als die weiter unten unter den Probeobjecten beschriebenen Schuppen von **Hipparchia Janira** sind.

Diese Mängel der Glaslinsen geben zu einer Reihe von Versuchen, das einfache Mikroskop zu verbessern, Veranlassung.

Das einfachste Mittel bestand darin, der Glaslinse eine bessere Form zu ertheilen, um die sphärische Aberration möglichst zu vermindern. Um diesen Zweck zu erreichen, giebt man gewöhnlich der Glaslinse die planconvexe Form und wendet bei'm Gebrauche die Planseite gegen das Object. Diese Form ist zwar nicht die allergünstigste, indem für gewöhnliches Glas die beste Form*) eine doppeltconvexe Linse, deren Radien sich wie 1:6 verhalten, ist, sie bietet aber dennoch vor der doppeltconvexen Linse mit gleichgekrümmten Flächen bemerkenswerthe Vortheile dar; allein da bei stärkeren Vergrößerungen auch hier dieselben Uebelstände, wie bei den doppeltconvexen Linsen eintreten, so ist der Gebrauch dieser Linsen zu wissen-

*) Es mag hier angeführt werden, daß die beste Form der einfachen Linse je nach dem Berechnungsvermögen der Substanz, aus der sie gebildet, sehr verschieden ist. Nach den Untersuchungen von Coddington verhalten sich die beiden Radien der Linsen, die ein Minimum von Aberration haben, bei Flintglas, Quarz, (Topas Refractionsinder 1,6) wie 1:14; bei Sapphir, Rubin Spinell, Granat (Refractionsinder 1,7) wie 1:—12, bei Zircon (Refractionsinder, 2,0) wie 1:—5, nach Brewster bei'm Diamant (Refractionsinder 2,4) nahezu wie 1:3.

schaftlichen Untersuchungen ebenfalls nicht sehr angerathen.

Von weit besserem Erfolge gekrönt waren die Versuche, einestheils statt einfacher Linsen Combinationen von zwei bis drei Linsen anzuwenden, anderntheils zur Verfertigung der Linsen dem Glase andere Substanzen zu substituiren.

Den ersten Weg verfolgte Wollaston bei Verfertigung seiner Doppellinsen (Dublets). Nach seiner Vorschrift (a description of a microscopic doublet, by Wollaston. Philos. transact. 1829, 9) sind zwei planconvexe Linsen, deren Focallängen sich wie 3 : 1 verhalten, und welche beide mit der Planseite nach unten gewendet werden (Fig. 19 f), in der Entfernung übereinander zu schrauben, daß ihre oberen Flächen $1\frac{4}{10}$ bis $1\frac{5}{10}$ der Focallänge der stärkeren Linse von einander stehen. Die stärkere Linse ist gegen das Object gewendet. Es ist, wie man sieht, dieses Wollaston'sche Dublet nichts Anderes, als ein in kleinerem Maßstabe ausgeführtes, in umgekehrter Richtung angewendetes, astronomisches Ocular mit näher zusammengerückten Linsen, und es wurde auch in der That Wollaston durch das Huygens'sche Ocular auf den Gedanken gebracht, eine ähnliche Linsencombination als Mikroskop zu verwenden, in der Hoffnung, durch dieselbe die sphärische und chromatische Aberration der einzelnen Linsen zu corrigiren. Das Resultat war auch in der That ein höchst günstiges, denn einem solchen Dublet kann nicht nur eine weit größere Oeffnung als einer Linse von gleicher Vergrößerungskraft gegeben werden, wodurch eine weit größere Lichtstärke erhalten wird, sondern es sind auch die Aberrationen, wenngleich nicht völlig aufgehoben, doch in hohem Grade vermindert.

Die englischen Optiker, bei welchen das Dublet mit Recht großes Glück machte, änderten an der

Wollaston'schen Einrichtung mancherlei. In dieser Hinsicht verdienen besonders die Bemühungen Pritchard's angeführt zu werden. Dieser fand, daß die von Wollaston angegebene Entfernung derselben der Differenz der Focallängen der beiden Linsen gleich ist. Ferner fand Pritchard, daß das Verhältniß des Focus beider Linsen nach Willkür geändert werden könne, wenn nur die Differenz derselben größer als die Dicke der vordern Linsen ist; je größer diese Differenz ist, desto mehr Raum gewinnt man vor der vordern Linse, was bei starken Vergrößerungen von großem Werthe ist; daher sollte das Verhältniß nie kleiner, als 1 : 3 sein. Pritchard giebt an, sehr gute Dublets gemacht zu haben, bei welchen die Differenz wie 1 zu 6 war. Als nothwendige Regeln zur Verfertigung guter Dublets giebt er an, 1) daß die convexe Fläche der Linse vollkommen sphärisch sein müsse, 2) daß die Entfernung beider Linsen durch Versuche auszumitteln sei, und daß die Fassung so eingerichtet werden müsse, daß die Linsen in der einmal aufgefundenen besten Stellung unverändert erhalten werden. Pritchard versichert, er hätte zuweilen ganze Tage dazu nöthig gehabt, ein auseinandergenommenes Dublet wieder in Ordnung zu bringen. 3) Die Blendung, (welche die Wollaston'schen Dublets nicht hatten) müsse unmittelbar unter der vordern Linse stehen *).

---

*) Unter dem Ausdrucke der vordern Linse kann Pritchard wohl nichts Anderes, als die gegen das Object gewendete Linse verstehen; allein auffallenderweise ist bei den von ihm publicirten Zeichnungen von Dublets (Micr. cabinet. Tab. XI. Fig. 10, 11, von welchen die eine in Fig. 46 copirt ist, in welcher Zeichnung c die Blendung darstellt) die Blendung unmittelbar unter der obern Linse angebracht. In demselben Werke (p. 166) legt er jedoch einen ganz besondern Werth darauf, daß die Blendung unmittelbar hinter der vordern Linse

Die Leistungen der Dublets sind in der That in Hinsicht auf Klarheit und Schärfe des Bildes überraschend, wenigstens wenn die Vergrößerung auf nicht mehr als etwa 200 mal im Durchmesser steigt, und es eignen sich schwächere Dublets ganz ausgezeichnet dazu, um unter ihnen zu präpariren. Wenn dagegen die Vergrößerung auf 300 und mehr Durchmesser steigt, so konnte ich wenigstens bei denjenigen starken Dublets, die ich an schwierigen Probeobjecten prüfte, das Bild nicht mehr befriedigend finden. Es war dasselbe zwar auf den ersten Anblick noch hinreichend scharf, allein mit schwierigen Objecten geprüft standen ihre Leistungen in Hinsicht auf Penetration einem guten achromatischen Mikroskope weit nach; ich konnte z. B. die Querstreifen auf den Schuppen von **Hipparchia Janira** nicht mit denselben sehen. Es mag bei großen Schwierigkeiten, welche nach den Angaben von Pritchard (nach dessen Angabe immer nur eine verhältnißmäßig geringe Anzahl gut ausfällt) die Verfertigung von guten Dublets hat, der Fall sein, daß die untersuchten starken Dublets nicht ganz tadellos waren; allein jedenfalls wird man zugeben müssen, daß der hauptsächliche Nutzen, welchen der Gebrauch der Dublets hat, nicht in der Anwendung starker Dublets zu schwierigen Untersuchungen besteht, indem dieselben die Nachtheile des einfachen Mikroskopes in Hinsicht auf große Annäherung des Objectes, kleines Gesichtsfeld u. s. w. haben, sondern daß ihre Hauptanwendung darin besteht, daß man die schwächeren derselben, welche noch hinreichenden Raum zur Anwendung von Instrumenten gewähren, zum Präpariren mikroskopischer Objecte benützt.

(close behind the anterior lens) stehe, indem alsdann keine zweite Blendung erforderlich sei und das Gesichtsfeld ohne merkbare Zunahme der Aberration vergrößert werde.

Zu diesem Behufe können Dublets von 50 bis 60 facher Vergrößerung noch mit Bequemlichkeit gebraucht werden.

Eine andere Einrichtung gab Charles Chevalier (des microscopes 60) seinen Dublets, indem er zwei planconvexe, einander auf geringe Entfernung genäherte Linsen von gleichem Focus, aber ungleicher Breite, so übereinander stellte, daß die größere nach unten steht (Fig. 42). Bei dieser Construction vernachlässigte Chevalier die bei'm Wollaston'schen Dublet durch Entfernung der beiden Linsen bewirkte Correction der chromatischen Aberration, indem er diese nicht für sehr wesentlich hält; einen größeren Werth legte er auf die geringe Dicke des Dublets und stellte daher die beiden Linsen sehr nahe übereinander, wodurch allerdings ein größerer Abstand der vordern Linse vom Objecte erzielt wurde. Die breitere Linse wurde nach unten gestellt, um eine größere Helligkeit zu erhalten. Ob und wie weit bei dieser Anordnung der Linsen die gleiche Schärfe des Bildes, wie bei'm Wollaston'schen Dublet, erreicht wurde, können wir nicht angeben, indem keine Gelegenheit sich darbot, solche Chevalier'sche Dublets zu prüfen. Für manche Fälle wichtiger, als diese Veränderung, von welcher zweifelhaft, ob sie als eine Verbesserung zu bezeichnen ist, ist die von Chevalier getroffene Einrichtung, den Abstand der vorderen Linse des Dublets vom Objecte zum Behufe der Präparation unter demselben dadurch zu vergrößern, daß er über demselben eine achromatische Concavlinse anbrachte. Je stärker eine solche Linse ist und je näher sie über dem Dublet steht, desto größer wird der Abstand zwischen diesem und dem Objecte, so daß man allerdings bei Anwendung eines starken Concavglases bei schwächeren Dublets nicht unbedeutend in dieser Hinsicht gewinnt, indem bei einem 50

mal vergrößernden Dublet diese Entfernung leicht um 2 Millimeter gesteigert werden kann; allein bei starken Dublets, bei welchen dieser Gewinn vorzugsweise hoch anzuschlagen wäre, beträgt er so wenig, daß er nicht mehr in Betracht kommt. Durch das Concavglas wird zugleich die Vergrößerung des Dublets gesteigert; hiebei gewinnt man jedoch nichts, indem an Schärfe des Bildes mehr verloren, als an Größe gewonnen wird. Aus diesem Grunde finde ich den Nutzen der ganzen Einrichtung zweifelhaft.

Auf analoge Weise, wie die Dublets verfertigt werden, verfertigte Pritchard auch Triplets, bei welchen die oberste Linse die schwächste war. Er bemerkt, daß die Verfertigung derselben in Beziehung auf die Zusammenordnung und Centrirung der Linsen große Schwierigkeiten darbiete, daß sie die schwierigsten gestreiften Objecte mit großer Schärfe, aber cylindrische Objecte, z. B. Haare von Mäusen und Fledermäusen, nicht gut zeigen; ein Urtheil, welches Brewster vollkommen bestätigt.

Andere Versuche, das einfache Mikroskop zu verbessern, gingen von dem Gedanken aus, als brechendes Medium andere Substanzen als Glas zu verwenden.

Der Versuch von Stephan Gray, als vergrößernde Linse einen Wassertropfen, der in die Oeffnung eines Metallplättchens eingesetzt wurde, zu verwenden, verdient aus naheliegenden Gründen keine Berücksichtigung. Auf eine zweckmäßigere Weise verfuhr Brewster (treat. on the microsc., p. 25), um aus Flüssigkeiten Linsen zu bilden, indem er kleine Tröpfchen von einem Terpenthinfirniß und ähnlichen Flüssigkeiten auf dünne Glasplättchen aufsetzte, wodurch er planconvexe Linsen von beliebig kleiner Focaldistanz, oder beim Aufbringen zweier Tropfen auf beide Glasseiten doppeltconvexe Linsen bildete. Wenn

das Glas von jeder Fettigkeit mittelst einer Soda-auflösung gereinigt wurde, so war der Rand dieser Linsen schön kreisförmig, und der einzige Einfluß der Schwere, welche sich jedoch mit der Klebrigkeit der Flüssigkeit und der Reinheit des Tropfens verminderte, bestand darin, daß die untere Linse verlängert, die obere abgeplattet wurde. Brewster giebt an, daß die Wirkung dieser Linsen jede Erwartung übertroffen habe, daß einige derselben den besten Sapphirlinsen gleich gekommen seien (l. c. p. 5), und daß sich einige über ein Jahr lang gut erhalten hätten. Ungeachtet dieses Zeugnisses wird es jedoch kaum einen mikroskopischen Beobachter geben, welcher geneigt wäre, die Verfertigung und Anwendung solcher Linsen für viel mehr, als eine artige Spielerei, oder für ein in Ermangelung eines andern Mikroskopes im Nothfalle anzuwendendes Auskunftsmittel zu erklären. Das Mikroskop muß für den, der viel beobachtet, leicht zu reinigen und jederzeit in Ordnung sein und darf nicht aus einer durch Staub und durch Berührung so leicht zu ruinirenden Substanz, wie ein eingetrockneter Terpenthintropfen ist, bestehen.

Für noch weniger praktisch ist der Versuch Brewster's, die Crystalllinse von kleinen Fischen als Mikroskop zu verwenden, zu betrachten. Er giebt zwar an, dieselbe hätte ein sehr vollkommenes Bild kleiner Objecte gegeben (l. c. p. 31); allein es wird doch kaum Jemand im Ernste versucht sein, Anwendung von einem solchen Mikroskope zu machen.

Unendlich glücklicher war Brewster's Gedanke, Edelsteine zur Verfertigung von Mikroskoplinsen zu verwenden, indem denselben ihr großes Brechungsvermögen und ihre kleine Zerstreuungskraft einen ganz entschiedenen Vorzug vor dem Glase zu verleihen schien. Brewster ließ sich auch eine Linse aus Rubin und eine aus Granat schleifen, welche alle vor-

der von ihm gebrauchten Linsen weit übertrafen. Den Diamant zu diesem Zwecke zu verwenden, machte er keinen Versuch, weil erfahrene Diamantschleifer es für unmöglich erklärt hatten, denselben in sphärischer Form zu schleifen. Dr. Goring ließ sich jedoch nicht abschrecken, sondern veranlaßte Pritchard*), den Versuch mit dem Schleifen einer Diamantlinse zu machen. Es waren hierbei eine Masse von Schwierigkeiten zu überwinden, und die Verfertigung einer vollkommenen Linse gelang erst nach jahrelangem Bemühen. Die Härte des Steines machte natürlicherweise das Schleifen sehr zeitraubend, so daß 50 bis 60 Stunden für eine Linse nothwendig sind; der Kitt, mit welchem die Linse während der Arbeit befestigt werden muß, widerstand der starken Erwärmung, welche der Stein bei der Bearbeitung erfährt, nicht, bis gefunden wurde, daß mit gepulvertem Bimsstein gemengter Schellack dem Zwecke entsprach; einzelne Linsen zeigten sich, nachdem sie geschliffen waren, völlig unbrauchbar, indem sie ein doppeltes oder dreifaches Bild gaben. Der letztere Umstand war sehr unerwartet, da der Diamant, als zum regelmäßigen Crystallsystem gehörig, das Licht nur einfach brechen sollte. Aus der Untersuchung einer solchen Linse durch Brewster (treat. on the microscope, p. 19) ging jedoch hervor, daß die ebene Seite derselben, wenn sie im dunkeln Zimmer einem sehr schmalen Sonnenstrahle ausgesetzt wurde, mit Tausenden von feinen Streifen, welche das Licht zum Theile schwächer, zum Theile stärker reflectirten, bedeckt war. Es schien also keinem Zweifel unterworfen zu sein, daß der Stein aus vielen Schichten von verschiedener reflectirender und brechender Kraft bestand, welche bei jener Linse im mikroskopischen Bilde um so mehr eine

---

*) Pritchard's Microsc. cabinet. p. 107.

Unregelmäßigkeit erzeugen mußten, als diese Schichten eine mit der Achse der Linse nahezu parallele Lage hatten. Um solche und ähnliche Fehler des Diamantes schon vor seiner Bearbeitung zur Linse zu entdecken, giebt *Brewster* den Rath, vorher zwei ebene Seiten an ihn anzuschleifen, oder ihn in Cassiaöl eingetaucht zu untersuchen.

Die Vorzüge, welche die Diamantlinse vor der Glaslinse besitzt, sind höchst bedeutend. Sie sind in zwei Umständen begründet. Einmal ist nämlich das Brechungsvermögen des Diamantes so bedeutend, daß eine aus demselben verfertigte Linse, welche 8 zum Radius hat, die gleiche Vergrößerung giebt, wie eine Glaslinse, deren Krümmungshalbmesser 3 ist; da nun die sphärische Aberration mit der Krümmung der Linse und mit ihrer Dicke zunimmt, so erträgt eine Diamantlinse eine weit größere Oeffnung, als eine Glaslinse von gleicher Vergrößerungskraft. *Pritchard* hat den relativen Werth des Diamants und des Glases durch eine Zeichnung (Fig. 43) erläutert. **D** stellt eine planconvexe Diamantlinse, **G** eine Glaslinse vor, deren Hauptfocus in **F** liegt. Der Randstrahl der Diamantlinse schneidet die Achse in **d**, der der Glaslinse in **g**; die longitudinale Aberration der Diamantlinse ist also **d F**, die der Glaslinse **g F**. Bei der Diamantlinse beträgt die Aberration $\frac{3}{7}$ ihrer Dicke, bei der Glaslinse $\frac{7}{6}$ ihrer Dicke. Nimmt man die Dicke der Diamantlinse zu 255, die der Glaslinse zu 758 an, so erhält man $\frac{3}{7}$ von $255 = 108$, und $\frac{7}{6}$ von $758 = 884$, woraus folgt, daß die wirkliche Aberration einer Diamantlinse nur etwa $\frac{1}{9}$ von der Aberration einer Glaslinse von gleicher Stärke und Oeffnung ist. Nimmt man an, daß eine Diamantlinse in der gleichen Schale mit einer Glaslinse geschliffen sei, also dieselbe Krümmung und Dicke habe, so würde sich die longitudinale

Aberration der Diamantlinse zu der der Glaslinse wie 43:117, oder nahezu wie 1:3 verhalten; und nimmt man an, die Focallänge von beiden sei $\frac{1}{80}$ Zoll, so wird die Diamantlinse 2133, die Glaslinse nur 800 Mal vergrößern. Sollte die Glaslinse ebenso, wie die Diamantlinse, vergrößern, so dürfte ihre Focaldistanz nur $\frac{1}{200}$ Zoll betragen.

Wäre dieses außerordentlich starke Brechungsvermögen des Diamants mit einem verhältnißmäßigen Zerstreuungsvermögen verbunden, so würde sein Werth für mikroskopische Linsen ungemein vermindert. Allein die letztere Kraft ist bei'm Diamanten nur um ein sehr Unbedeutendes größer, als bei'm Kronglase, woraus der weitere Vortheil der Diamantlinse hervorgeht, daß auf ihre chromatische Aberration beinahe 3 Mal kleiner, als die einer gleich stark vergrößernden Glaslinse ist.

Rechnet man zu diesen Vorzügen, welche der Diamant in optischer Beziehung besitzt, noch hinzu, daß seine Härte die zufällige Beschädigung einer aus diesem Stoffe verfertigten Linse beinahe unmöglich macht, so muß seine Verwendung zu Linsen als eine höchst bedeutende Verbesserung des einfachen Mikroskopes erscheinen, und es ist nur zu bedauern, daß der sehr hohe Preis, welchen diese Linsen wegen ihrer schwierigen Verfertigung immer behalten müssen, ihrer Verbreitung sehr enge Grenzen setzt; es scheint auch, daß unerachtet aller Erfahrung, welche sich Pritchard im Schleifen der Diamantlinse erwarb, es demselben doch nicht gelungen ist, viele gute Linsen zu verfertigen und für dieselben ein Publicum zu finden, wenigstens giebt er in seinem im Jahre 1832 erschienenen Microscopiccabinet an, er hätte nur zwei ganz vollendete Diamantlinsen geschliffen. Die Schwierigkeit der Bearbeitung war auch die Ursache davon, daß Pritchard seinen Diamantlinsen eine

planconvexe Form gab, indem ihm hierdurch das Schleifen der Planfläche erspart wurde; die beste Form wäre die eines Meniscus, dessen Radien sich wie 1 : 3 verhalten.

Pritchard versuchte auch mit Erfolg, Linsen aus Sapphir zu schleifen. Diese Linsen stehen zwar, nach dem Urtheile von Brewster, den Diamanten nach, übertreffen aber doch die besten Glaslinsen weit. Wenn doppeltconvexe Linsen von Sapphir und Glas gleiche Oeffnung und Vergrößerung haben, so verhalten sich ihre Krümmungen wie 5:3, wie Fig. 44 zeigt, wo A die Sapphirlinse, B die Glaslinse, F den Focus bezeichnet. Diese geringe Dicke der Edelsteinlinse bildet einen weiteren Vorzug bei starken Linsen, indem sie Raum für Deckgläser und Zergliederungsinstrumente gewährt.

Alle Steine, welche, wie der Sapphir, Zircon, Topas, eine doppelte Strahlenbrechung zeigen, müssen so geschnitten werden, daß die Linsenachse mit der Achse der doppelten Brechung zusammenfällt. Dieses ist nicht nur schwierig, sondern es wird auch die doppelte Brechung nicht vollständig entfernt, da die Strahlen bei'm Gebrauch der Linse nicht parallel mit der Achse durch die Linse gehen. Der Schaden ist allerdings, wenn die Vergrößerung nicht sehr stark ist, nicht bedeutend, allein besser ist es nach dem Vorschlage von Brewster, nur solche Edelsteine, welche eine einfache Brechung haben, wie Diamant, Granat und Spinell, zu verwenden. Brewster erklärt den Granat für besser, als den Spinell, und für den besten den nur schwach purpurroth gefärbten von Grönland. Er giebt an, Linsen von diesem Granat zu besitzen, welche mit wunderbarer Präcision kleine Objecte darstellen; ferner giebt er an, eine aus Granat verfertigte, mit einer ringförmigen Furche versehene Kugel von $\frac{1}{14}''$ Radius zu besitzen, welche ausge=

zeichnet viel leiste. Auch Pritchard lobt den Granat sehr, findet es aber wegen seiner Brüchigkeit sehr schwer, denselben zu dünnen Linsen zu verarbeiten. Ueber die Vorsicht, die bei der Auswahl der zu Linsen bestimmten Edelsteine zu beobachten ist, und über das Technische ihrer Bearbeitung kann bei Pritchard (micr. cabinet. p. 113) das Nähere nachgelesen werden.

Die Verfertigung von Linsen aus Edelsteinen in England war unstreitig ein bemerkenswerther Fortschritt in der Verfertigung von Mikroskopen, um so mehr, da ihre erste Verfertigung in eine Zeit fiel, (Pritchard schliff die erste Diamantlinse im Jahre 1824), in welcher das achromatische Mikroskop noch höchst unvollkommen war und nicht einmal mit den Leistungen einer doppeltconvexen Glaslinse concurriren konnte. Es läßt sich daher begreifen, wie die englischen Mikrographen, welche überhaupt für das einfache Mikroskop sehr eingenommen sind, des Lobes über die Edelsteinlinsen voll sind. Wie die Sache jetzt steht, möchte aber doch dieses Lob eine bedeutende Einschränkung zu erleiden haben.

Vor Allem ist in dieser Beziehung zu bemerken, daß die Leistungen dieser Linsen nicht von der Art sind, daß sie bei schwierigen Beobachtungen den achromatischen Mikroskope vorgezogen zu werden verdienen; denn es ist nicht ein einziges Object bekannt, dessen Untersuchung mittelst einer Diamantlinse ein nicht mit den andern Mikroskopen zu erkennendes Detail gezeigt hätte. Dieser Umstand scheint entscheidend zu sein. Man hat leider durch Diamantlinsen bis jetzt noch nicht beobachten können; allein von den Sapphirlinsen, welche die Engländer den Diamantlinsen nicht um Vieles nachsetzen, fand man, daß ihre Leistungen, mit denen des zusammengesetz-

ten Mikroskopes verglichen, das große Aufheben, das man von ihnen machte, keinesweges rechtfertigen, indem man das Bild, das sie geben, ganz entschieden dem eines guten achromatischen Mikroskopes nachsetzen kann. Chevalier giebt sogar an, daß man mit keiner Edelsteinlinse etwas sehe, was man nicht mit einem guten Dublet auch sehen könne. Diese Umstände lassen es als mehr denn zweifelhaft erscheinen, ob die Verwendung des Diamantes zu einfachen Linsen, ungeachtet aller seiner Vorzüge vor dem Glase, den Aufwand, den eine solche Linse verursacht, werth ist, und erklären es, warum auf dem Continent (in Paris wurden früher von Oberhäuser Diamantlinsen geschliffen) keine Edelsteinlinsen mehr verfertigt werden. Unwahrscheinlich ist dagegen nicht, daß die Verwendung des Diamantes zu Dublets bedeutende Vortheile bieten würde. Pritchard giebt zwar an, die Wirkung eines Dublets sei verbessert worden, wenn die gegen das Object gewendete Linse eine Edelsteinlinse gewesen sei; dagegen hätte er keinen Vortheil davon gefunden, beide Linsen aus Edelsteinen zu verfertigen; er giebt jedoch selbst an (micr. cabinet, p. 167), da unter einem Dutzend Glasdublets nur etwa zwei vollkommen gut ausfallen, so könne das vielleicht auch bei den aus Edelsteinen verfertigten der Fall gewesen sein, worüber die wenigen bis dahin verfertigten Instrumente dieser Art noch nicht hätten entscheiden können. Brewster bemerkt wohl mit Recht, der von Pritchard geäußerte Zweifel müsse auf einem Irrthume beruhen; wenn beide Linsen einzeln besser, als Glaslinsen seien, so müsse es auch ihre Combination sein; er selbst besitze ein vortreffliches, aus Granat verfertigtes Dublet. Die Hoffnung, auf diesem Wege das Wollaston'sche Dublet zu verbessern, ist also nicht auf-

zugeben; freilich wird ein aus Diamant verfertigtes Dublet nur wenigen mit äußern Glücksgütern gesegneten Beobachtern zu Gebote stehen können, denn für den Preis, welcher in England für eine einzige starke Diamantlinse gefordert wird, kauft man auf dem Continent ein gutes achromatisches Mikroskop.

Ueber die Fassungen der einfachen Linsen wollen wir nur wenige Worte beifügen. Die geeignetste Form scheint die eines kuglich vertieften, in der Mitte von einer der Größe der Linse entsprechenden und zugleich als Blendungsöffnung dienenden Oeffnung durchbohrten, mit einem vorstehenden Rande versehenen Schüsselchen (Fig. 44), oder eines abgekürzten stumpfwinklichen Conus zu sein, auf deren äußerer und unterer Seite die Linse (a) in eine kleine Vertiefung eingelegt und durch ein möglichst dünnes, durch Schrauben befestigtes Metallplättchen (B) festgehalten wird. Das Auge kommt zwar bei dieser Fassung in eine in Verhältniß der Brennweite starker Linsen beträchtliche Entfernung hinter die Linse zu stehen, wodurch das Gesichtsfeld beschränkt wird; da aber der äußere Theil des Gesichtsfeldes doch in Folge der sphärischen Aberration unbrauchbar ist, so ist hiermit kein wesentlicher Nachtheil verbunden. Am besten ist es, auf der äußern Seite der Fassung unter ihrem vorstehenden Rande einen Theil derselben cylindrisch abzudrehen, um mittelst dieses Theiles die Fassung in eine entsprechende Oeffnung des am Stative vorstehenden Armes einzustecken; in diesen Theil eine Schraube einzudrehen und die Fassung aufzuschrauben, ist wegen des Zeitverlustes, der mit dem Wechseln der Linsen verbunden ist, unpassend.

Eine ganz analoge Fassung wird den Dublets gegeben; die Gläser werden jedoch hier durch Umbiegen der Fassung unbeweglich in dieselbe eingesetzt

und gewöhnlich eine Blendung zwischen beiden Gläsern angebracht. (Fig. 42, 46).

Beabsichtigt man eine große Annäherung des Auges an die Linse, so kann man dieselbe zwischen zwei ebene, längliche Messingplättchen fassen (Fig. 47, 48), welche durch ein paar Schrauben vereinigt werden, und von welchen das obere in der Nähe der Oeffnung, unter welchen die Linse (a) liegt, schwarz angestrichen wird. Diese Fassungen werden mit ihrem hintern Ende in einen auf der Spitze der Mikroskopssäule befindlichen Falz eingesteckt und ersetzen zugleich den Arm, welcher bei anderer Fassung die Linse trägt.

Das Stativ des einfachen Mikroskopes.

Je stärker eine Linse vergrößert, desto genauer muß sie in der Entfernung, in welcher das Auge des Beobachters ein deutliches Bild vom Objecte erhält, festgehalten werden. Hierzu besitzt bei starken Linsen die Hand nicht mehr die hinreichende Stetigkeit; es tritt daher die Nothwendigkeit ein, alle stärkeren Linsen an einem Stative zu befestigen, welches eine beliebige Annäherung derselben an das Object und Feststellung in der günstigen Lage gestattet. Zugleich ist am Stative eine Metallplatte (Objecttisch), auf welche der zu untersuchende Gegenstand aufgelegt wird, und ein Beleuchtungsapparat, welcher bei starken Linsen niemals zu entbehren ist, befestigt.

Die mechanische Einrichtung des Statives kann natürlicherweise auf die mannigfachste Art abgeändert werden; es scheinen jedoch folgende Grundsätze bei seiner Verfertigung festzuhalten zu sein.

Die Höhe des Statives muß so gering sein, als es die Anbringung des Beleuchtungsapparates erlaubt, da das Präpariren der Objecte desto bequemer vorgenommen werden kann, je weniger der Ob-

jecttisch über den Tisch, auf dem das Instrument steht, in die Höhe gehoben ist. Die Entfernung zwischen dem Objecttische und der Basis des Mikroskopes kann nicht wohl unter zwei Zoll betragen, weil es sonst an Raum für den Beleuchtungsapparat fehlt; drei Zoll sind jedenfalls hierfür mehr als genug. Die englischen einfachen Mikroskope sind häufig mit sehr hohen Stativen versehen, was allerdings die Beobachtung erleichtert, indem man sich bei ihrem Gebrauche weniger zu bücken braucht, allein aus dem bereits angeführten Grunde Nachtheile mit sich führt.

In Beziehung auf die Höhe kommt auch in Betracht, ob das Instrument einen eigenen Fuß hat, oder auf das Kästchen, welches alsdann als Fuß dient, aufgeschraubt wird. Bei letzterer Einrichtung wird an Leichtigkeit des ganzen Instrumentes und Festigkeit der Aufstellung gewonnen, daher ist die Einrichtung, wenn das Kästchen nicht zu hoch ist, ganz gut.

Die Linse soll gegen den Objecttisch und nicht umgekehrt dieser gegen jene beweglich sein, indem die letztere Einrichtung bei'm Wechseln der Linsen eine für das Präpariren unbequeme Aenderung in der Lage des Objecttisches und eine Aenderung der Beleuchtung mit sich führt. Ein feststehender Objecttisch erlaubt ferner, wenn es nöthig wird, eine Zerquetschung der Objecte vorzunehmen, und ist mit einer geringeren Höhe des Statives vereinbar, als die entgegengesetzte Construction.

Die Bewegung der Linse gegen das Object muß sanft sein und schnell vorgenommen werden können; sie muß aber auch bei'm Gebrauche starker Linsen bei'm letzten Einstellen die kleinsten Veränderungen zulassen. Wenn daher die Vorrichtung zur großen und schnellen Bewegung nicht genau genug

gearbeitet ist, um auch kleine Modificationen der Stellung mittelst derselben vornehmen zu können, so muß noch eine zweite Vorrichtung zur feinen Einstellung angebracht sein.

Der Objecttisch muß hinreichende Größe und Festigkeit haben, um das Auflegen von Glasplatten von nicht zu geringen Dimensionen, um die Objecte auf denselben zu präpariren, und das unter einem Druck Statt findende Zerquetschen der Objecte zu gestatten. Ich würde demselben daher nicht unter 2 bis 3 Zoll Breite*) und Länge geben, ihn lieber viereckig, als rund machen. Der Objecttisch soll ferner eben sein; alle Vorsprünge, Trommeln ꝛc., um die Objectgläser festzuhalten, sind zu verwerfen; will man Federklammern anbringen, so müssen sie bloß zum Einstecken eingerichtet sein, dürfen aber nicht festgeschraubt werden, um schnell entfernt werden zu können.

Der Beleuchtungsapparat soll jeden Grad der Helligkeit, vom schwächsten bis zum höchsten, mit gewöhnlichem Tageslichte zu erreichenden, gestatten. Zum Behufe der Beleuchtung wird gewöhnlich ein Concavspiegel verwendet; wenn dieser ohne Blendungen angewendet wird, so giebt er bei schwächeren Vergrößerungen ein zu helles Licht. Besser ist daher, einen Planspiegel zu verwenden und über demselben eine verstellbare und auf die Seite zu schiebende Sammellinse anzubringen, um, wenn helleres Licht erforderlich ist, das Licht auf dem Objecte concentri-

*) Da ein breiter Objecttisch auch nothwendigerweise ein hohes Kästchen bedingt, so kann derselbe, um das Ganze compendiöser zu machen, zum Einstecken in einen Falz eingerichtet und seine feste Stellung durch eine Stellschraube gesichert werden. Es ist diese Einrichtung, obgleich dieselbe die Aufstellung des Instrumentes etwas zeitraubender macht, jedenfalls einem zu kleinen Objecttisch vorzuziehen.

ren zu können. Außerdem ist es zweckmäßig, an dieser Linse und unter dem Objecttische noch Blendungen anzubringen. Mittelst der letzteren und der seitlichen Bewegung der Beleuchtungslinse kann auch eine schiefe Beleuchtung hervorgebracht und die Beweglichkeit des Linsenarmes, welche sonst keine wesentlichen Nutzen hat, entbehrt werden.

Eine Vorrichtung zum Auflegen der Hände, zum Behufe des Präparirens am Stative selbst, wie dieses von Pritchard geschehen ist, welcher an der Säule des Mikroskops ein starkes Querholz befestigte, anzubringen, scheint nicht zweckmäßig, indem das Stativ übermäßig stark und schwer gemacht werden muß, wenn es nicht unter dem Drucke federn soll. Besser scheint es, neben dem Stative Unterlagen für die Hände und Arme aufzustellen. Hrn. v. Mohl's Vorrichtung besteht in zwei Kästchen von 14″ Länge und 5″ Breite, welche auf dem gegen das Mikroskop gewendeten Ende 4″ Höhe haben und gegen das entgegengesetzte Ende bis auf 2″ Höhe schief abfallen.

Es ist wohl nicht unpassend, von einigen Stativen Beschreibungen und zum Theil auch Abbildungen zu geben, und einige Bemerkungen über ihre Zweckmäßigkeit beizufügen; es kann alsdann ein Jeder, nach seinen individuellen Ansichten, für die Einrichtung seines Mikroskopes eine Auswahl aus den bei denselben angebrachten Einrichtungen treffen.

Das Stativ von Plössl (Fig. 49) hat eine dreieckige Säule (a) von 4″ Höhe, in deren hintere Seite die gezahnte Stange des Triebes (c) eingelassen ist. Mit dem Kästchen, auf dessen Deckel ein Ring (b) aufgeschraubt ist, in welchen die Mikroskopsäule eingeschraubt wird, hat das ganze Instrument eine Höhe von 6″. Der Objecttisch (d) wird durch einen Trieb (c) gegen die feststehende Linse bewegt; er selbst (Fig. 50 d) ist viereckig, 15″ breit und hat eine Oeffnung von 9‴ Durchmesser. Auf

seiner obern Seite befindet sich eine hufeisenförmige Federklammer (Fig. 49 e, 50 e), welche durch eine Spiralfeder (Fig. 49 f) abwärts gezogen wird. Der Arm, welcher die Linsen trägt (Fig. 49 g, 51), ist in horizontaler Richtung um seinen Befestigungspunct auf der Spitze der Säule drehbar, sein zur Aufnahme der Linsen bestimmter ringförmiger Theil ist vorn durchschnitten, um etwas zu federn. Der Beleuchtungsapparat besteht in einem Concavspiegel von 1″ Durchmesser.

Stativ von Körner in Jena*). Dem vorhergehenden sehr ähnlich. Säule (Fig. 52 a) viereckig, 3″ lang, die hintere Seite unmittelbar zur gezähnten Stange eingesägt. Der Objecttisch (Fig. 52 d, 53 d) viereckig, 16″ breit, durch eine Stellschraube (Fig. 52, c) nach dem Einstellen an der Säule festzuschrauben. Linsenarm (h) horizontal drehbar. Beleuchtung mittelst eines 1″ breiten Concavspiegels und eines auf der hintern Seite desselben angebrachten Planspiegels. Unter dem Objecttische eine dreh-

*) Zu loben ist die große Einfachheit; dagegen finden wir tadelnswerth: a) die Bewegung des Objecttisches statt der Linse, b) die geringe Größe des Objecttisches, c) den Mangel an jeder Vorrichtung, die Beleuchtung zu modificiren. Ueberflüssig finden wir die Federklammer und die horizontale Drehung des Linsenarmes; der Mangel einer Mikrometerschraube zur feinen Einstellung kann bei der vortrefflichen Ausführung des Triebwerkes, wie es Plössl liefert, entbehrt werden. Die ganze Einrichtung ist nicht unzweckmäßig. Zu tadeln ist die Bewegung des Objecttisches anstatt der Linse, und die Anbringung der Federklammern, welche den Raum auf dem Objecttische sehr beschränken und die Anwendung von Gläsern von bestimmter Form und Dicke oder ein langweiliges Abschrauben der Klammern nöthig machen. Die Beleuchtung ist besser, als bei Plössl, gewährt aber nicht hinreichende Modification des Lichtes. Die Höhe des Kästchens (3½″) ist größer, als nöthig.

bare Blendung (Fig 52 e) mit zwei Oeffnungen von 1''' und 2''' Weite. Auf dem Objecttische zwei aufgeschraubte Federklammern (Fig. 52 f,g, 53 f,g) von welchen die eine (f) durch eine Schraube angespannt werden kann. Das ganze Instrument mit dem Kasten 5¾'' hoch.

Das Taschenmikroskop von Pritchard (micr. cabinet. 243) ist das compendiöseste, einfachste Mikroskop, welches vorgekommen ist, indem seine ganze Höhe nur 2¼ engl. Zoll beträgt. Der Fuß (Fig. 54 b) besteht aus einer viereckigen Metallplatte, die Säule (a) ist cylindrisch und trägt den feststehenden Objecttisch (e); in ihr ist durch einen Trieb (c) eine dreieckige Stange (d), welche den Linsenarm (f) trägt, verschiebbar.

Das Stativ von Chevalier (Charles Chevalier, des microscopes, T. III. Fig. 2) hat einen durch einen Trieb beweglichen Linsenarm, ein feststehenden Objecttisch, einen an der Säule mittelst einer Hülse auf- und abwärts zu schiebenden Concavspiegel und eine scheibenförmige, mit Oeffnungen von verschiedener Größe versehene Blendung, ungefähr von der Einrichtung, wie wir sie weiter unten darstellen werden.

Le Baillif's anatomisches Mikroskop (Chevalier, l. c. T. III, Fig. 3). Der große Objecttisch wird von zwei Säulen getragen; auf demselben befindet sich eine (entfernbare) Trommel, in welche die Glasplatten, auf denen präparirt wird, eingelegt werden. Der durch einen Trieb einzustellende Linsenarm ist um seine Achse drehbar und durch einen Trieb vor- und rückwarts zu bewegen und hat überdies noch in seiner Mitte ein Charniergelenk.

Bei den im Bisherigen aufgeführten Stativen fehlt die feine Einstellung mittelst einer Mikrometerschraube. Es ist dieselbe auch in der That, wenn

das Triebwerk mit Sorgfalt gearbeitet ist, nicht nothwendig. Da dagegen die Mechaniker nicht immer diesem Theile die nothwendige Sorgfalt widmen und da bei vielfachem Gebrauche der Trieb auch der Ausnützung ausgesetzt ist, namentlich wenn die gezähnte Stange nicht aus Stahl verfertigt ist, so ist eine zur feinen Einstellung dienende Mikrometerschraube eine bequeme Zugabe. Verzichtet man auf die Unbeweglichkeit des Objecttisches, so ist die Anbringung der Mikrometerschraube gar keinen Schwierigkeiten unterworfen, indem man die grobe Bewegung dem Objecttische und die feine dem Linsenarm geben kann, oder umgekehrt. *)

---

*) Wir führen dieses Mikroskop hier an, weil Professor Schleiden dasselbe empfohlen hat.

Der Objecttisch ist zu klein, die Beleuchtung mangelhaft, indem sie keine Modificationen zuläßt. Das ganze Instrument steht nicht sehr fest; es wäre besser gewesen, dasselbe auf das Kästchen festzuschrauben. Die Bewegung des Linsenarmes, anstatt des Objecttisches, giebt diesem Stative einen Vorzug vor den obigen.

Der Vorzug dieses Statives vor den vorhergehenden beruht auf der Möglichkeit, das Licht durch Verschiebung des Spiegels und die scheibenförmige Blendung modificiren zu können. Der hier angebrachte Beleuchtungsapparat ist zwar, wie weiter unten, bei der Beleuchtung näher auseinander gesetzt werden wird, nicht der beste er gehört aber auch nicht zu den schlechteren.

Die Stabilität, welche der Objecttisch, auf welchen die Hände bei'm Präpariren aufgestützt werden sollen, durch seine doppelte Säule erhält, ist unzweifelhaft zweckmäßig und, wenn derselbe eine sehr bedeutende Größe besitzt, auch beinahe nothwendig. Im Allgemeinen zieht man jedoch, wie schon bemerkt, das Auflegen der Hände auf eine mit dem Mikroskope nicht in Verbindung stehende Unterlage vor. Die auf dem Objecttische angebrachte Trommel ist ganz unzweckmäßig; sie hindert die Verschiebung der Glasplatte, auf welche das Object aufgelegt ist, unter der Linse und nöthig dazu, den Linsenarm in jeder Richtung beweglich zu machen. Dieses

Will man dagegen den Objecttisch in unveränderlicher Lage feststellen, und neben der Bewegung durch einen Trieb dem Linsenarme auch noch eine feine Bewegung ertheilen, so führt dieses eine bedeutend größere Combination des Mechanismus herbei. Die folgenden Stative besitzen diese Einrichtung.

Pritchard (Fig. 55, 56) brachte auf dem obern Ende der auf einem dreieckigen Fuße stehenden Säule (b) ein Charniergelenk an, welches den ganzen übrigen Apparat trägt. Dieser besteht zunächst aus einer hohlen cylindrischen Säule (c), die sich nach unten in einem feststehenden ringförmigen Vorsprung (g) endigt und oben eine dreieckige Hülse (r) trägt, an welcher der Objecttisch (l) befestigt

macht nicht bloß das Instrument complicirter, sondern benimmt auch, wenn die mechanische Arbeit nicht sehr gut ist, der Linse die nothwendige feste Stellung; überdies ist es nicht einmal bequemer, die Linse über dem Objecte, als dies unter der Linse zu bewegen.

Die beschriebene Einrichtung ist nichts weniger, als tadellos. Erstens ist die Art, wie die Linsen durch Auf- und Abwärtsschieben der Stange i bewegt werden, gar niicht zu loben, indem diese Operation große Vorsicht nöthig macht, um bei'm Abwärtsschieben die Linsen nicht auf das Object aufzudrücken. Zweitens ist die Anbringung der Mikrometerschraube nicht die beste. Diese Schraube hat ihren Stützpunct an der Röhre h; wenn nun diese Röhre sich leichter in der Röhre c verschiebt, als die Stange i in ihrer Hülse, so kann man drehen, so lange man will, die Linse wird unverrückt stehen bleiben. Eine solche schwierigere Verschiebung der Stange i kann aber gar leicht eintreten, wenn das Metall, aus dem sie verfertigt ist, anläuft, oder dieselbe schmutzig wird u. dergl. Alle Mikrometerschrauben, die nicht einen ganz festen Stützpunct haben, wirken unsicher; ich sah schon bei analogen Einrichtungen, daß geringe Temperaturdifferenzen Einklemmungen der sich verschiebenden Röhren veranlaßten, so daß die Schrauben, bis das Instrument Zimmertemperatur angenommen hatte, ganz unwirksam wurden.

ist, und in welcher sich eine dreieckige Stange (i) verschieben läßt, an welcher der Linsenarm, horizontal drehbar, befestigt ist. Diese dreieckige Stange trägt an ihrem untern Ende eine weibliche Schraube, in welche eine Mikrometerschraube eingreift, deren Kopf (k) unten an der Säule vorsteht. Ueber diese Mikrometerschraube ist eine hoble Röhre (h) geschoben, welche in der Höhlung der Säule c verschoben werden kann, und welche sich unten auf den Kopf der Mikrometerschraube stützt und von oben her durch eine zwischen ihr und der Mutter der Mikrometerschraube befindliche Spiralfeder auf diesen Schraubenkopf aufgedrückt wird (vergl. Fig. 56). Es ist deutlich, daß durch einen von unten her auf den Kopf der Mikrometerschraube ausgeübten Druck die Mikrometerschraube, die Röhre h und die dreieckige Stange i und mit dieser die Linse in die Höhe gehoben und vom Objecte entfernt werden, und daß sie umgekehrt durch einen auf das obere Ende der Stange i ausgeübten Druck wieder hinuntergeschoben werden. Hierin besteht die grobe Bewegung. Dreht man die Mikrometerschraube durch Umdrehung des Kopfes k, so wird, da sie einen Stützpunct auf der Röhre h findet, die Stange i abwärts gezogen; dreht man die Schraube zurück, so wird die Stange i durch die Spiralfeder wieder aufwärts gedrückt.

Wir wollen nun noch mehre einfache Mikroskope nach dem Q u e k e t t'schen Werke beschreiben.

Eine sehr einfache, gerade aber nicht sehr zweckmäßige Form ist in Fig. 57 abgebildet; es wird dies einfache Mikroskop hauptsächlich von Uhrmachern, Holzschneidern rc. benutzt, und seine Einrichtung ist aus der Abbildung mit hinlänglicher Deutlichkeit zu erkennen.

Eine andere Form, die ebenfalls von Uhrmachern und andern Künstlern häufig benutzt

wird, ist in Fig. 58 abgebildet; mit dem erweiterten Ende kann die hörnerne, mit der Linse versehene Röhre von den Augenhöhlen-Muskeln gefaßt werden und dort eingeklemmt bleiben, so lange man ihrer bedarf. Man kann jedoch diese Lupe auch in das Stativ Fig. 57 einspannen. Die Bewegungen des Statives oder die Stellungen der Lupe an demselben sind eine senkrechte des Arms an der Säule auf- und abwärts, und eine senkrechte und horizontale des Armes mittelst des Kugelgelenks.

Wird aber der Arm in einer andern, als einer horizontalen Richtung bewegt, so befindet sich die Linse nicht in einer Ebene, die rechtwinklich auf dem Gegenstande steht.

Um diesen Nachtheil zu verhindern, ist die in Fig. 59 im Durchschnitt dargestellte Vorrichtung eine sehr zweckmäßige. bb sind die Enden der halbkreisförmigen Feder, die man auch bei d, Fig. 60 sieht; allein es ist ein Ring aa daran angebracht, der einen kleinern Durchmesser hat, als die Oeffnung der Feder und $\frac{3}{8}$ Zoll tief ist; an dem einen Ende hat der Ring einen rechtwinklich gebogenen Rand. Der Ring macht in der Feder eine schwingende Bewegung, wie ein Compaß um seine Zapfen. Die Linsen werden mit ihrer Fassung in den Ring eingelegt. Aus Fig. 60 ist leicht ersichtlich, daß der Ring mit der Linse stets eine horizontale Stellung behält, mag die der Arme sein, welche sie will. a ist das Ende des Armes von dem Stativ; b ist das Kugelventil; c der Draht mit der Feder d am Ende; e der Ring mit der Linse. — 2 stellt den Arm in horizontaler Lage, 1 in gehobener und 3 in gesenkter Stellung dar. Die gefaßten Linsen lassen sich leicht aus dem Ringe herausnehmen.

Es muß hier noch bemerkt werden, daß die Form der schwächern Vergrößerungsgläser zu ana-

tomischen Zerlegungen die doppeltconvexe ist; planconvexe Gläser, die convexe Seite nach oben, oder dem Auge zugerichtet, haben ein weites Feld, und es ist das Bild vollkommen in der Mitte, aber nicht an den Rändern. Diese Form des Mikroskopes ist sehr zweckmäßig bei der Zerlegung feiner Nerven, die sich unter Wasser in Trögen oder andern Gefäßen befinden, und zu diesem Zwecke steht sie auch fest genug und der lange Arm gestattet es, die Linse über jeden Theil des Gefäßes, in welchem die Zerlegung bewirkt wird, zu bringen.

Soll aber das ganze Instrument einen festern Standpunct erhalten, so ist die in Fig. 91 abgebildete Vorrichtung zweckmäßig. Sie besteht aus einem Fuß von Messing b, ungefähr 5 Zoll im Durchmesser haltend und 1 bis 1½ Zoll dick. Um diesem Stativ noch mehr Stabilität zu geben, gießt man den Fuß mit Blei aus. In diesem Fuße ist die dreieckige Stange a, von etwa 12 Zoll Länge, befestigt, die eine Zahnstange d an der einen Seite hat; über der Stange ist eine viereckige Hülse c verschiebbar und wird diese Bewegung durch ein Getriebe bewirkt, welches zwei Griffe oder Köpfe drehen. An der Hülse ist eine starke kegelförmige Röhre oder Arm f, von 9 Zoll Länge, befestigt. Das Ende a dieses Armes trägt einen starken Ring g, in welchen entweder der zusammengesetzte Körper geschraubt wird, wie Fig. 62, oder eine Linse mit ihrer Fassung in den Ring eingelegt wird. Der Körper hat, wie man sieht, ebenfalls eine Zahnstangen= und Getriebebewegung von 1 Zoll Ausdehnung für eine feine Einstellung, und dem Körper selbst kann mittelst eines Kugelgelenks an der Verbindung des Ringes mit dem Arme jede beliebige Stellung gegeben werden. Dieses Instrument ist besonders für die Zerlegung feiner Körper zweckmäßig, die in großen Ge=

fäßen unter Wasser bewirkt wird; und wenn der Operateur seine Arbeit mit einer bedeutendern Vergrößerung betrachten will, so kann er die einfache Linse durch einen zusammengesetzten Körper ersetzen, der mit drei Ocularen und mit ein- oder zweizölligen Objectiven versehen ist; der zu untersuchende Körper kann seine Lage immer behalten.

Sehr compendiös ist auch die in Fig. 63 dargestellte Vorrichtung, bei welcher eine Lupe, so wie wir sie weiter oben beschrieben und in den Fig. 39 und 40 abgebildet haben, mit einem Stative verbunden ist. Die Einrichtung des Instrumentes geht aus der Abbildung so deutlich hervor, daß es keiner weitern Beschreibung bedarf. Der Arm des Statives hat ein quadratisches Ende, welches in eine quadratische Vertiefung des Endes von der Lupenkapsel greift.

Höchst zweckmäßig ist auch die in Fig. 64 dargestellte Vorrichtung. Sie besteht aus einem runden, etwa 1½ Zoll im Durchmesser haltenden Fuß e, der eine kurze Röhre d trägt, in welcher sich eine zweite kurze Röhre c auf- und niederschieben läßt. Diese letztere ist oben mit einem Gelenk f versehen, an dem eine viereckige Hülse a sitzt. In derselben ist die Stange b verschiebbar, an deren einem Ende ein Gelenk g mit einem Linsenhalter h befindlich ist. Man kann auf diese Weise der Linse sehr leicht jede Lage geben, da das Stativ verschiedene Lagen zuläßt. — Will man durchsichtige Objecte untersuchen, so bringt man einen Spiegel darunter an. Zum Transport in der Tasche kann das Instrument sehr leicht auseinander genommen und mit den erforderlichen Nebenapparaten in ein Kästchen gelegt werden.

Sehr zweckmäßig ist dies Instrument bei der Untersuchung und Aufsuchung der kleinern Foraminiferen-Muscheln aus Sand. Man streut etwas

von dem muschelhaltigen Sande auf ein Stück schwarzes Papier und legt dasselbe auf den Tisch unter dem Mikroskop. Ueberhaupt ist eine solche Einrichtung bei naturhistorischen Untersuchungen sehr gut.

Zu anatomischen Untersuchungen ist der in Fig. 65 abgebildete Apparat des Engländers Slack sehr brauchbar. Der Kasten, hier offen dargestellt, ist unten 6 Zoll und oben bei r r 4 Zoll weit. An dem Boden ist ein großer Spiegel angebracht. Im Dekkel ist eine $1\frac{1}{4}$ Zoll weite Oeffnung g, die mit einer messingenen Klappe verschlossen werden kann.

Fig. 66 ist die Ansicht von der hintern Seite des zum Gebrauch eingerichteten Instrumentes. Das Stativ b wird an den Deckel der Büchse festgeschraubt und steht 1 Zoll über denselben hervor. Es kann mittelst der Röhre gedreht werden und mit ihr der darauf liegende zu untersuchende Gegenstand. Der Apparat zur Bewegnng und Stelluug der Linsen besteht aus einer 6 Zoll langen und $\frac{4}{10}$ Zoll im Quadrat starken Stange mit Verzahnung, wodurch der Linsenhalter m n auf- und nieder bewegt wird, wogegen Zahnstange und Getriebe bei m die Vor- und Rückwärtsbewegung bewirken. Horizontal kann der Halter um einen Stift gedreht werden. Die Auf- und Niederwärtsstellung geschieht durch den runden Griff oder Knopf A. Man kann durch diesen, 2 Zoll im Durchmesser haltenden Knopf l eine ziemlich feine Stellung bewirken, feiner jedoch noch durch den Hebel o, welcher in eine Reihe von Löchern an der Peripherie des Knopfes greift. Der ganze Stellapparat ist auf einem Messingblech j j befestigt, welches in ein anderes, an der Hinterwand des Kastens festgeschraubtes ii, hineingeschoben wird. Das ganze Stativ kann abgenommen und in einen Kasten oder Schieber an dem großen gelegt werden.

Sollen durchsichtige Objecte untersucht werden, so wird an dem vordern Theile des Kastens ein Schirm g von schwarzem Tuche durch zwei messingene Stäbe p p befestigt. Dieser Schirm hat einen doppelten Zweck, erstlich, alles äußere Licht, außer das von dem unten angebrachten Spiegel reflectirte, und zweitens das Lampen- oder Kerzenlicht, welches man anwendet, von den Augen des Operateurs abzuhalten. Die Stäbe pp sind etwas nach vorwärts gebogen, so daß der Schirm dem Kopfe des Beobachters nicht hinderlich ist. Das Instrument ist auf diese Weise zur Untersuchung durchsichtiger Körper, wie Planzengefäße rc., geeignet. Bei der Untersuchung undurchsichtiger Gegenstände, muß aber die Sammellinse angewendet werden, welche entweder in einem besondern Halter oder an dem Deckel des Kastens angebracht wird.

Eine Verbesserung dieses Instrumentes hat Goadby dadurch bewirkt, daß er dasselbe größer macht; der Stellungsapparat im Innern des Kastens wird so angebracht, daß er leicht herausgenommeu werden kann. Nur der Knopf zur Bewegung des Getriebes steht außerhalb hervor. Zu dem Untersuchungen unter Wasser dienen kleine quadratische, weißblecherne Kästchen, an deren Boden ein Ring angelöthet ist, der in die Oeffnung g paßt, damit der Kasten nicht verschoben werden könne.

Fig. 67 zeigt das sehr zweckmäßig eingerichtete einfache Mikroskop von der Erfindung des Engländers Roß, und zwar ist die Abbildung so deutlich, daß jede weitere Beschreibung überflüssig ist. Man wendet dabei gewöhnlich Linsen von 1½ Zoll Brennweite an, welche bei den meisten Zerlegungen genügen. Ist eine stärkere Vergrößerung nöthig, so gebraucht man Dublets oder Triplets; oder man verwandelt das Instrument in ein zusammengesetztes

Mikroskop, indem man den Linsenhalter wegnimmt und einen zusammengesetzten Körper dafür einsetzt, so wie er rechts von der Figur abgebildet ist. Ist er mit einem Gelenk versehen, so kann man ihm auch jede beliebige Neigung geben.

Dieses Mikroskop mit seinem breiten Objecttisch ist zu kleinern Sectionen sehr geeignet und wird es noch mehr, wenn man denselben zwischen die beiden geneigten Ebenen bringt, von denen weiter unten geredet werden wird, und welche man die Sectionsvorlage nennt. Man kann auf diesem Apparat den Arm auflegen und auf diese Weise das Handgelenk in gleiche Höhe mit dem Stativ bringen, so daß man die kleinsten Sectionsinstrumente mit der größten Sicherheit anwenden kann.

Ein anderes, sehr zweckmäßiges, aber weit zusammengesetzteres Stativ für ein einfaches Mikroskop zur Untersuchung feiner Pflanzenorgane und dergl., wurde von W. Valentin ersonnen uud von Roß 1831 ausgeführt. Es ist in Fig. 68 dargestellt. Das Instrument ruht auf einem starken Dreifuß aus Glockenmetall, dessen drei Füße a,a,a aneinandergeschoben werden können. Auf diesem Dreifuß steht eine starke Säule b, und diese trägt den Objecttisch e, der außerdem noch durch die beiden Arme r,r unterstützt wird. In der hohlen Säule ist eine zweite, eckige Säule c und in dieser eine dritte d verschiebbar. Die Säule oder Röhre c wird durch eine Schraube auf, und niederbewegt, welche 50 Windungen auf den Zoll hat und durch die Schraube v gedreht wird; diese Vorrichtung bewirkt die feinere Stellung. Die Bewegung der Röhre d in der Röhre c wird durch Zahnstange und Getriebe, mittelst des Knopfes t bewirkt, und dies ist die gröbere Stellung. An d ist der Linsenhalter m n o p befestigt. Der Objecttisch besteht aus drei Platten, von denen die un-

terste fest an der Säule sitzt, während sich die beiden andern auf derselben bewegen. Die oberste trägt durch die Röhre f das Stativ g, auf welches man das Stativ legt. Zum erforderlichen Halten des Objects dient die Feder h. Mittelst zweier Schrauben, die eine diagonale Stellung haben und von denen man eine bei s sieht, kann das Stativ in zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen bewegt werden, so daß die verschiedenen Theile eines Objectes nacheinander in das Gesichtsfeld kommen.

Der Arm n p, an dessen Ende die Linse befestigt ist, kann in der Platte m mittelst des Getriebes o hin und her geschoben werden. Die Platte m dreht sich mittelst eines conischen Stiftes horizontal, und man ist daher im Stande, der Linse q jede nöthige Stellung zu geben, ohne daß man das Stativ bewegt.

Der Spiegel l ist auf dem stärksten Fuß angebracht und besteht aus einem planconcaven Glase. An der untern Seite des Stativs ist ein Wollaston'sches Collectivglas k angebracht, und es kann dasselbe durch zwei kleine hervorstehende Knöpfe in seiner Büchse auf- und niedergeschoben werden. Die beiden kleinen Röhren i dienen zur Aufnahme von Pincetten ꝛc.

Die in diesem Instrument angewendeten Vergrößerungsgläser sind einfache Linsen oder Dublets und Prof. Valentin, der als ein ganz ausgezeichneter Physiolog bekannt ist, nimmt botanische Sectionen unter einer Linse von $\frac{1}{20}$ Zoll Brennweite vor.

Man kann auch einen zusammengesetzten Mikroskop-Körper statt der einfachen Linse einsetzen, indem man deren Träger herausnimmt und einen conisch zulaufenden Arm der Röhre in das Ende der Säule d einsetzt.

Zu Sectionen jeder Art ist das in Fig. 69 von Smith und Beck in London angefertigte Instrument sehr zweckmäßig. Das untere Ende der starken Röhre wird auf irgend einen Fuß aufgeschraubt. Der Linsenhalter kann mittelst einer Zahnstange und eines Getriebes auf und nieder und mittelst einer zweiten Zahnstange hin= und hergeschoben werden.

Wir wenden uns nun zu der Beschreibung der zusammengesetzten Mikroskope, denen das ganze folgende Capitel gewidmet ist.

Zweites Capitel.

Das zusammengesetzte Mikroskop.

Mit dem Ausdrucke des zusammengesetzten Mikroskops bezeichnet man diejenigen optischen Apparate, bei welchen der gegen ein naheliegendes Object gewendete Theil (das Objectiv) ein vergrößertes Bild des letzteren entwirft, welches von dem Auge durch eine vergrößernde Linse (das Ocular) betrachtet wird. Von dem Fernrohre unterscheidet sich das zusammengesetzte Mikroskop dadurch, daß bei dem ersteren das Object von dem Objective weiter entfernt ist, als daß von dem letzteren entworfene Bild, während umgekehrt bei'm Mikroskope die Entfernung des Bildes vom Objective größer, als die Entfernung des Objectes vom Objective ist. Aus diesem Umstande geht auch hervor, daß bei'm Mikroskope das vom Objective entworfene Bild größer als das Object ist, und zwar desto mehr, je weiter entfernt vom Objective es liegt.

Die Vorzüge, welche das zusammengesetzte Mikroskop vor dem einfachen besitzt, bestehen vorzugsweise in folgenden Umständen:

1) Besitzt das zusammengesetzte Mikroskop ein größeres Gesichtsfeld und läßt daher mit geringerer Mühe die Form eines Körpers und das Verhältniß seiner einzelnen Theile erkennen.

2) Strengt es bei den stärkeren Vergrößerungen das Auge weit weniger an, weil aus dem Oculare ein Strahlenbündel hervorgeht, welcher wenigstens die Breite der Pupille besitzt, während die starken Linsen der einfachen Mikroskope nur einen sehr schmalen Lichtbüschel zum Auge gelangen lassen.

3) Ist die Benutzung des zusammengesetzten Mikroskopes bequemer, indem der Abstand seiner Objective vom Objecte in den meisten Fällen größer ist, als der Abstand der einfachen Mikroskoplinsen.

Diese Vorzüge des zusammengesetzten Mikroskopes sind so bedeutend, daß dasselbe, schon ehe es seine jetzige Vollkommenheit durch Ausrüstung mit achromatischen Objectiven erreichte, von den meisten Beobachtern, welche viele mikroskopische Beobachtungen zu machen hatten, dem einfachen Mikroskope vorgezogen wurde, ungeachtet die mit nicht achromatischen Objectiven versehenen Instrumente der früheren Zeit in Hinsicht auf Klarheit und Schärfe des Bildes dem einfachen Mikroskope nachstanden. Allein auch dieses letztere Verhältniß hat sich zu Gunsten des zusammengesetzten Mikroskopes in das entgegengesetzte umgeändert, indem dieses nun auch in Hinsicht auf Schärfe und Farblosigkeit des Bildes den Sieg davongetragen hat, so daß es nun unbedingt den ersten Rang unter den Mikroskopen einnimmt.

Die zusammengesetzten Mikroskope zerfallen in zwei Klassen, je nachdem das Objectiv aus einer oder mehren convexen Linsen besteht, welche das Bild durch Refraction entwerfen (dioptrische zusammengesetzte Mikroskope), oder je nachdem als Objectiv ein durch Reflexion wirkender Spiegel ver-

wendet wird, dessen Bild, wie bei dem dioptrischen Mikroskope, durch ein Ocular betrachtet wird (katadioptrisches Mikroskop). Das erstere ist das beinahe ausschließlich angewendete, so daß, wenn kein besonderer Zusatz gemacht wird, unter dem Ausdrucke des zusammengesetzten Mikroskopes immer das dioptrische verstanden wird; auch wird im Folgenden nur von diesem die Rede sein, indem dem katadioptrischen Mikroskope ein besonderes Capitel gewidmet ist.

Für den Ausdruck des zusammengesetzten Mikroskopes und zur Unterscheidung desselben vom einfachen Mikroskope, für welches er den Ausdruck Mikroskop beibehielt, gebrauchte Dr. Goring den Ausdruck Engyskop (eigentlich Engyskop), von ἐγγύς, nahe und σκοπέω, ich sehe, worin ihm beinahe Niemand folgte.

1. Der optische Theil des zusammengesetzten Mikroskopes.

Bei Besprechung des optischen, in der Röhre des Mikroskopes enthaltenen Theiles desselben haben wir zunächst das Objectiv zu betrachten.

Das Objectiv des zusammengesetzten Mikroskopes besteht aus einer oder aus mehren in kurzer Entfernung hinter einander stehenden convexen Linsen von kurzer Brennweite, von welchen ein verkehrtes und vergrößertes Bild des Objectes in der Mikroskopröhre entworfen wird.

So lange einfache, doppelt convexe oder planconvexe Linsen als Objective bei'm zusammengesetzten Mikroskope verwendet wurden, war dieses Instrument höchst unvollkommen, indem es in Hinsicht auf Schärfe und Reinheit des Bildes und bei nur etwas gesteigerter Vergrößerung auch in Hinsicht auf Lichtstärke solche Mängel zeigte, daß dasselbe gegen das einfache Mikroskop sehr weit zurückstand, selbst wenn das letztere in seiner schlechtesten Form, als doppeltcon-

vere Linse, angewendet wurde. Wenn dasselbe auch für wissenschaftliche Untersuchungen nicht unbrauchbar war (ich selbst machte z. B. meine Untersuchungen über die Poren des Pflanzenzellgewebes mit einem solchen), so war doch seine Benutzung für das Auge äußerst anstrengend, und man erreichte sehr bald bei Steigerung der Vergrößerung eine nicht weiter mit Vortheil zu übersteigende Grenze, so daß bei den meisten dieser Instrumente schon Vergrößerungen von 200 — 300 mal im Durchmesser völlig unbrauchbar waren.

Die Bahn zur Verbesserung wurde, wie wir schon in der geschichtlichen Einleitung bemerkten, von Fraunhofer und Amici gebrochen, welche etwa um das Jahr 1815 die ersten achromatischen Mikroskop-Objective verfertigt zu haben scheinen, denen in England erst im Jahre 1824 Tulley folgte. Bei diesen Mikroskopen wurde, wie bei einem Fernrohre, eine einzige achromatische Linse als Objectiv verwendet. Die Leistungen dieser Instrumente sind nicht sehr bedeutend. Diese Mikroskope zeichnen sich zwar allerdings vor den nicht achromatischen durch die Reinheit und Lichtstärke ihres Bildes aus, allein sie waren mit sehr schwachen Objectiven versehen, so daß stärkere Vergrößerungen durch starke Oculare erzwungen werden mußten, was immer bei'm Mikroskope mit einem sehr ungünstigen Erfolge geschieht. Zu schwierigen Untersuchungen, welche starke Vergrößerungen erfordern, waren daher diese Instrumente nicht zu gebrauchen, man war sogar bei Objecten, welche mit den neueren Instrumenten schon mit einer nicht einmal hundertfachen Vergrößerungen zu erkennen sind, im Stiche gelassen. So sah z. B. Jacquin mit seinem Fraunhofer'schen Mikroskope die Längenstreifen auf den Schuppen der Kleidermotte, und Fraunhofer selbst konnte nur mit Mühe auf den

von ihm verfertigten Gittern die Diamantstriche sehen, welche $\frac{1}{714}$''' von einander abstanden.

Fraunhofer, welchem kein mit dem Mikroskope vertrauter Forscher, der ihn auf die Bedürfnisse des mit dem Mikroskope arbeitenden Naturhistorikers hätte aufmerksam machen können, zur Seite gestanden zu haben scheint, soll mit den Leistungen seiner Mikroskope zufrieden gewesen sein; anders war es mit Amici, welcher nicht nur praktischer Optiker, sondern auch mikroskopischer Beobachter ist, und welchem deßhalb die Unzulänglichkeit der einzelnen Objective nicht verborgen bleiben konnte. Er verließ daher auch in der Hoffnung, durch das Spiegelmikroskop größere Leistungen erhalten zu können, wieder die Verfertigung von achromatischen Objectiven, um erst später wieder zu ihnen zurückzukehren.

Die Bahn zur Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskopes war jedoch durch die Verfertigung von achromatischen Objectiven durch Fraunhofer gebrochen, und erforderte nur noch einen kleinen Schritt, die Combination der Objective zu zusammengesetzten Systemen, um die Leistungen des Mikroskopes über alle Erwartung zu steigern. Diesen Schritt machte Selligue im Jahre 1824. Er versah nämlich sein Mikroskop mit vier achromatischen Objectiven von 18''' Focus, welche sowohl einzeln, als auch übereinander geschraubt benutzt werden konnten, und brachte damit ein Instrument zu Stande, welches, nach dem Berichte von Fresnel (**Annal. d. sc. natur. III 345**), alle damals bekannten dioptrischen Mikroskope weit übertraf, ungeachtet seine Ausführung Vieles zu wünschen ließ. Es waren nämlich die Objective mit ihrer convexen Seite nach unten gewendet, bei welcher Stellung die sphärische Aberration höchst bedeutend ist, weßhalb auch sehr enge Blendun-

gen angewendet werden mußten, welche ihrerseits wieder einen großen Lichtmangel nach sich zogen.

Der Gedanke, die Objective aus mehren übereinander geschraubten zusammenzusetzen, wurde schnell von allen Optikern ergriffen, und in wenigen Jahren wurden in Frankreich von Chevalier und Oberhäuser, in Italien von Amici, in Deutschland von Merz, Plössl, Schiek Instrumente verfertigt, welche das zusammengesetzte Mikroskop auf eine Stufe der Vollendung hoben, die es nun dem achromatischen Fernrohre an die Seite stellen läßt.

Von den meisten Optikern wurde der von Selligue eingeschlagene Weg, die Objective so einzurichten, daß sie sowohl einzeln, als mit andern combinirt gebraucht werden können, verlassen und aus zwei bis vier (gewöhnlich aus drei) Objectiven zusammengesetzte Systeme auf die Weise gebildet, daß achromatische Linsen, deren Aberrationen oft höchst bedeutend sind, welche also nicht für sich als Objective verwendet werden können, deren Aberrationen sich aber gegenseitig aufheben, zu einem untrennbaren Ganzen vereinigt werden. Hierbei werden beinahe niemals Linsen von gleicher Focaldistanz vereinigt, sondern Linsen von zunehmender Stärke gegen das Object gewendet.

Die Vortheile, welche diese Zusammensetzung der Objective aus mehren Linsen gewährt, sind mannichfach. Einmal ist durch dieselbe das Mittel gegeben, Objective von einer kurzen Brennweite auf eine weit leichtere Weise herzustellen, als dieses durch eine einzelne achromatische Linse möglich gewesen wäre, indem die Schwierigkeit der Verfertigung achromatischer Linsen mit abnehmender Brennweite derselben außerordentlich zunimmt. In Folge dieser stärker vergrößernden Kraft der Objective wird es möglich, bei Anwendung von schwachen Ocularen durch bloßen

Gebrauch von immer stärkeren Objectiven die Vergrößerung auf 300 bis 500 Durchmesser zu steigern, während man früher bei'm Gebrauche von schwachen Objectiven genöthigt war, die Vergrößerung durch Anwendung von starken Ocularen hervorzubringen, was immer ein schlechtes Resultat giebt.

Der weit bedeutendere Vortheil dagegen, welchen man durch die Combination mehrer Objective erreichte, besteht in einer sehr bedeutenden Vermehrung der Lichtstärke und Schärfe des Bildes, so daß nun in Beziehung auf die Erkennung des Details der Objecte schwächere Vergrößerungen weit mehr leisten, als weit stärkere Vergrößerungen der früheren Mikroskope. Der Grund dieser Vorzüge der Linsensysteme vor den einzelnen achromatischen Objectiven liegt darin, daß es möglich ist, bei vollständigerer Correction der sphärischen und achromatischen Aberration mit den ersteren einen weit breiteren Lichtbüschel vom Objecte aufzufangen. Einem einfachen Objective kann man, da die sphärische Aberration in sehr schnellem Verhältnisse mit der Vergrößerung der Oeffnung zunimmt, nur eine sehr mäßige Oeffnung geben, wenn nicht große Undeutlichkeit des Bildes eintreten soll; hiezu kommt noch, daß das Objectiv um seine ganze Brennweite vom Objecte absteht. Ist dagegen die Vergrößerung, welche jenes Objectiv giebt, auf mehre hintereinanderliegende schwächere Gläser vertheilt, so kann nicht bloß diesen eine weit größere Oeffnung gegeben und eben damit ein weit breiterer Lichtbüschel aufgefangen werden, sondern es wird auch das untere Glas dem Objecte bedeutend genähert und damit der Oeffnungswinkel desselben vergrößert. Zu der hierin begründeten Lichtstärke kommt aber ferner noch eine weit vollkommnere Correction der Abweichungen, als bei einzelnen Objectiven zu erreichen ist, indem bei den letzteren, wie bei einem

Fernrohrobjective, die Wirkung allein von der Vollendung der Form der beiden das Objectiv zusammensetzenden Linsen abhängt, und die Schwierigkeiten, den kleinen Objectiven die richtige Form zu geben, beinahe unübersteiglich ist, während bei den Objectivsystemen die Correction nicht bloß durch die Form der mit einander verbundenen Linsen, sondern auch auf eine sehr genaue Weise durch die hinter dem vorderen Objective angebrachte zweite und dritte Linse und durch Aenderung ihrer gegenseitigen Entfernung bewirkt werden kann. In Folge dieser vollständigeren Correction wurde es möglich, mit den Linsen, und namentlich der vordersten derselben, einen sehr breiten Lichtbüschel aufzufangen. Damit wurde die Lichtstärke, und namentlich die penetrirende Kraft des Instrumentes, im hohem Grade gesteigert. Wegen der vollständigeren Correction sowohl der sphärischen als chromatischen Aberration nannte man diese Objectivsysteme aplanatisch, frei von Abweichung, was sie freilich, strenge genommen, nicht sind.

Einen ferneren, sehr bedeutenden Schritt in der Verfertigung der Objective verdankt man Amici, indem er im Jahre 1829 bemerkte, daß das mikroskopische Bild durch Bedeckung des Objectes mit einem Planglase in Hinsicht auf seine Deutlichkeit bedeutend verändert wird, und durch diese Beobachtung darauf geführt wurde, Aenderungen in der Construction der Objective anzubringen, durch welche man in den Stand gesetzt ist, Objecte, welche unter einer Glasplatte von bestimmter Dicke liegen, ebenso scharf zu sehen, als ob sie unbedeckt wären. Während alle anderen Optiker, welche von diesem Verhältnisse keine Ahnung hatten, oder wenigstens dem durch die Deckgläser verursachten Uebelstande nicht abzuhelfen wußten, darauf ausgehen, Objective zu verfertigen, welche von freiliegenden Objecten ein

scharfes Bild entwerfen, giebt Amici nur einem Theile seiner Objective diese Einrichtung und verfertigt andere, welche nur dann ein scharfes Bild geben, wenn das Object von einer Glasplatte von bestimmter Dicke bedeckt ist, oder er bringt eine Hülfslinie hinter dem für ein unbedecktes Object passenden Objective an, welche demselben die Eigenschaft ertheilt, nun bloß durch ein Deckglas ein scharfes Bild zu geben. Die übrigen Optiker haben bis jetzt ihren Mikroskopen diese Einrichtung noch nicht gegeben; sie müssen aber, wenn sie nicht zurückbleiben wollen, dieselbe nachahmen.

Wenngleich die Construction der Objectivsysteme, wie sie in den neueren Zeiten von verschiedenen Optikern verfertigt werden, im Ganzen genommen, auf demselben Principe beruht, so schlagen doch nicht alle Optiker denselben Weg ein, um zu dem gleichen Ziele zu erlangen.

Schon oben ist bemerkt, daß Sellig ue Objective angewendet habe, welche einzeln und zu mehren zusammengeschraubt angewendet werden konnten. Das gleiche ist bei den seit dem Jahre 1822 aus dem Fraunhofer'schen Institute hervorgegangenen Mikroskopen der Fall. Dieses Verfahren scheint aber fehlerhaft zu sein, und zwar aus dem Grunde, weil zwei oder drei Objective, welche einzeln ein von Abweichungen möglichst freies Bild geben, wenn sie hintereinander geschraubt werden, nur bei einer bestimmten gegenseitigen Stellung ein fehlerfreies Bild geben, dagegen bei größerer oder geringerer Entfernung von einander nicht unbedeutende Aberrationen zeigen. Lister (Philos. Transact. 1830, p. 187) machte auf eine in dieser Beziehung sehr wichtige Eigenschaft der Mikroskop-Objective aufmerksam. Er fand, daß vor der Planseite derselben ungefähr in der Entfernung des Hauptbrennpunctes ein Focus liegt, welcher ein

von sphärischer Abweichung freies Bild giebt, daß, wenn man den Focus dem Glase näher rückt, das Bild übercorrigirt ist, bis man zu einem zweiten aplanatischen Focus gelangt, und daß außerhalb und innerhalb dieser beiden Focus Untercorrection Statt findet. Aus diesen Umständen zieht nun Lister den Schluß, daß, wenn zwei in Hinsicht auf ihre Aberrationen corrigirte Linsen zu einem Systeme vereinigt werden, welches keine Aberrationen zeigen soll, die vom Objecte kommenden Lichtstrahlen mit dem kurzen aplanatischen Focus der ersten Linse aufgefangen und zum zweiten Objective in der Richtung der Strahlen des langen aplanatischen Focus der zweiten Linse geschickt werden müssen. Würde das zweite Glas dem ersteren mehr genähert, so würde der gemeinschaftliche Focus beider Gläser über den aplanatischen kurzen Focus des ersten Objectives hinausfallen und das Bild würde übercorrigirt, bei größerer Entfernung der Linsen dagegen untercorrigirt. Auf diese Weise hat man durch bloße Aenderung in der Stellung der Gläser ein wirksames Mittel, die Aberrationen auf ein Minimum herabzubringen. Wenn drei Objective verbunden werden, hält es Lister für zweckmäßig, mit dem ersten einen untercorrigirten Lichtbüschel aufzufangen und diesen mit dem zweiten überzucorrigiren.

Wenden wir diese Erfahrungen von Lister auf die Methode, einzeln für sich brauchbare Objective zu Systemen zu verbinden, an, so muß diese als unpassend erscheinen, insofern es reiner Zufall sein muß, wenn die einzelnen Objective bei'm Hintereinanderschrauben in die gegenseitige Stellung kommen, in welcher sie die beste Wirkung haben. Die Erfahrung bestätigt dieses auch vollkommen. Lister giebt z. B. an, er hätte einen Einsatz von 6 Objectiven aus dem Fraunhofer'schen Institute untersucht und gefunden, daß unter den vielen möglichen Combinati-

onen dieser Objective nur zwei ein gutes Bild gegeben hätten, während alle andern Combinationen sehr starke Aberrationen zeigten, meistens über — zum Theil untercorrigirt gewesen seien. Prof. v. Mohl hat Jahre lang mit einem aus vier Objectiven bestehenden Linseneinsatze des Fraunhofer'schen Institutes eine mikroskopische Beobachtung gemacht, bei welchem nur eine einzige Combinationaus drei Objectiven (bei derdie schwächste Linse außer der gewöhnlichen Ordnung in die Mitte zwischen die stärkeren gebracht werden muß) ein tadelloses Bild giebt. Diese Art, die Objectivsysteme aus Objectiven, die einzeln für sich brauchbar sind, zu construiren, giebt daher zu Gunsten des Gebrauches der einzelnen Objective, welcher an und für sich doch nichts taugt, den großen Vortheil, fehlerfreie Systeme zu construiren, auf, oder überläßt die Bildung derselben vielmehr dem Zufalle.

Unter diesen Umständen ist unstreitig der von den meisten Optikern, z. B. Amici, Plössl, Schiek, Oberhäuser u. s. w., eingeschlagene Weg, Linsensysteme zu construiren, deren einzelne Objective für sich allein nicht nothwendigerweise brauchbar sind, vorzuziehen, indem bei der Zusammensetzung dieser Systeme der weiteste Spielraum in der Wahl von verschieden geformten Objectiven, die in Beziehung auf Aberrationen auf entgegengesetzte Weise wirken, gelassen und hiebei weit leichter eine Correction der Gesammtwirkung erreichbar ist.

Die Optiker, welche dieses Verfahren befolgen, haben zwei Wege bei der Ausführung eingeschlagen, welche zwar zu demselben Resultate führen, allein für den Gebrauch des Mikroskopes nicht die gleiche Bequemlichkeit gewähren. Plössl und Schiek geben ihren Mikroskopen nur wenige (6 — 7) Objective bei, welche in der Reihenfolge und mit den Zahlen 1, 2, 3 . . . bezeichnet sind, in den folgenden Com-

binationen gebraucht werden können, 1, 1 + 2, 1 + 2 + 3 + 4, 3 + 4 + 5, 4 + 5 + 6. Es folgt also hieraus, daß man bei'm Wechseln der Objective und der Wahl der nächst stärkeren Combination meistens die hinterste Linse abschrauben und vorn eine neue aufschrauben muß. Da dies immer mit einem gewissen Zeitaufwande verbunden ist, so ist die Einrichtung, welche Amici, Oberhäuser u. A. ihren Objectivsystemen geben, nämlich die Zusammensetzung eines jeden desselben aus mehren zusammengehörenden Linsen, von denen keine bei einem andern Systeme verwendet wird, die bequemere, indem hiebei die verschiedenen Systeme eben so schnell, wie einfache Objective, gewechselt werden können.

Die Wahl und Zusammenordnung der verschiedenen Gläser eines Systemes scheint bei den meisten Optikern auf einem bloßen Tatonnement zu beruhen. Einzelne befolgen aber hiebei auch bestimmte Grundsätze. So giebt z. B. Robert die Regel, durch Aenderung der Entfernung des stärksten und des mittleren Objectives die chromatische Aberration und durch Aenderung der Entfernung des mittleren und des hinteren Objectives die sphärische Aberration zu corrigiren.

Eine sehr bedeutende Verbesserung in Beziehung auf die Verbindung der Flint- und Kronglaslinse der Objective, welche auch, mit Ausnahme des Fraunhofer'schen Institutes, von allen Optikern angenommen wurde, beruht in der von Charles Chevalier eingeführten Methode, die beiden Linsen mit Canadabalsam, eingekochtem Terpenthin oder Dammarharz auf einander zu kitten. Es wird hierdurch nicht bloß der Lichtverlust sehr bedeutend vermindert, indem die Zurückwerfung, welche an den freien Oberflächen der Linsen Statt findet, beinahe auf die Hälfte reducirt wird, sondern es wird auch der große Vortheil gewonnen, daß sich kein Schmutz zwischen den Gläsern

absetzen kann. Das letztere geschieht bei nicht zu- sammengekitteten Gläsern, wenn auch die Fassung sehr sorgfältig gearbeitet ist, nicht selten im Laufe von einigen Jahren, und man ist alsdann in die unangenehme Nothwendigkeit versetzt, die Fassung der Linsen zum Behufe der Reinigung derselben zu öffnen, was nicht Jedermanns Sache ist, und wobei man bei'm Wiedereinsetzen derselben der Gefahr ausgesetzt ist, die Centrirung derselben zu ändern.

Die Objectivsysteme werden allgemein an den Mikroskopkörper angeschraubt; Chevalier glaubte dagegen einen besondern Vortheil darin gefunden zu haben, daß er eine Bajonettverbindung anbrachte. Zum Wechseln ist dieses allerdings bequem, allein zweckmäßig ist gerade an dieser Stelle eine Bajonettverbindung kaum, da eine solche immer der Ausnützung ausgesetzt ist und an keiner Stelle des Mikroskopes ein Schlottern weniger vorkommen darf, als gerade hier.

Die Objective unserer sämmtlichen Mikroskope, namentlich die stärkeren derselben, sind ohne Zweifel weit von dem Zustande der Vollkommenheit entfernt, deren sie an und für sich fähig wären, indem die Verfertigung derselben auf bloßer Praxis und nicht auf einer durchgeführten Theorie beruht. Die von Fraunhofer ausgeführten Objective wurden ohne Zweifel nach Berechnung geschliffen, allein schon bei diesen scheinen, ungeachtet ihrer großen Brennweite, die mechanischen Mittel des Fraunhofer'schen Institutes nicht mehr auszureichen, um den Linsen genau die durch die Theorie vorgeschriebene Form zu geben, und es wird bei der Zusammensetzung der Objective nöthig, die zufällig zusammenpassenden Linsen, deren Verbindung das beste Bild giebt, aus einer größeren Anzahl auszulesen. Dieses Verfahren wird allgemein bei den starken Objectiven angewen-

det, indem man kein Mittel hat, um die kleinen Linsen, wie sie zu solchen Objectiven verwendet werden müssen, nach einem bestimmten Halbmesser zu schleifen und ihnen eine bestimmte Dicke zu geben. Die Verfertigung dieser Objective beruht daher auf bloßem Tatonnement, und es ist in der That merkwürdig, aus der Vergleichung verschiedener Instrumente desselben Künstlers und namentlich Plössl's zu sehen, wie genau die einander entsprechenden Objectivsysteme verschiedener Instrumente in ihren Leistungen übereinstimmen; dieser Umstand weis't von Seiten der wenigen Optiker, welche gute Mikroskope zu verfertigen wissen, auf eine sehr große Uebung in der Auffassung der kleinsten Eigenthümlichkeiten des mikroskopischen Bildes ihrer Probeobjecte und auf eine unermüdliche Geduld, die nicht nachläßt, bis das bestimmte Resultat erreicht ist, hin.

Die Lichtstrahlen, welche von dem im Focus des Objectives vor demselben liegenden Objecte ausgehen, vereinigen sich hinter demselben zu einem verkehrten Bilde. Je weiter das Object vom Objective entfernt wird, desto näher rückt das im hintern Vereinigungspuncte liegende Bild gegen das Objectiv zu, während es zugleich kleiner und lichtstärker wird, und umgekehrt. Es muß deßhalb bei kurzer Mikroskopröhre und gleichem Objective das Object weiter von dem Objective entfernt werden und erscheint unter schwächerer Vergrößerung, als bei verlängerter Röhre. Dieses Bild könnte man an einer beliebigen Stelle in der Mikroskopröhre auf einer mattgeschliffenen Glastafel auffangen und so zur Anschauung bringen, wie man auch bei'm Daguerreotypiren eines mikroskopischen Bildes dieses Verfahren einschlägt, indem man die jodirte Platte in die Mikroskopröhre einsetzt und somit das Mikroskop als eine stark vergrößernde Camera obscura benutzt, wobei man auf der Platte

ein Spiegelbild des Objectes erhält. Bei'm gewöhnlichen Gebrauche des Mikroskopes wird dagegen das in seiner Röhre entworfene Bild auf seiner hintern Seite durch eine am obern Theile der Röhre befestigte Vergrößerungslinie (das Ocular) betrachtet und erscheint in Vergleichung mit der Lage des Objectes verkehrt.

Aus dem Gesagten erhellt, daß die Länge der Mikroskopröhre zwar willkürlich gewählt werden kann, aber in Hinsicht auf die Leistungen des Mikroskopes kein gleichgültiger Umstand ist. Hiebei kommen vorzugsweise folgende Puncte in Betracht.

Einmal wird, wie schon bemerkt, das von dem Objective entworfene Bild desto größer, je weiter es hinter dem Objective entworfen wird. Wenn man daher eine kurze Röhre anwendet, so muß das Ocular, mit welchem das Bild betrachtet wird, stärker als das bei einer langen Röhre angewendete Ocular sein, wenn dem Auge das Bildgleich stark vergrößert erscheinen soll. Hierbei ist nun nicht günstig, gewisse Grenzen zu überschreiten, indem im Allgemeinen die Anwendungeiner längeren Röhre und eines schwächeren, aus weniger gekrümmten Gläsern bestehenden und eine weitere Oeffnung besitzenden Oculares ein reineres Bild giebt, als der Gebrauch einer kurzen Röhre und eines starken Oculares.

Zweitens sind die durch die sphärische und chromatische Aberration des Objectives in dem Bilde erzeugten Abweichungen nicht gleich, je nachdem das Bild in kurzer oder weiter Entfernung hinter dem Objective aufgefangen wird, sondern es nimmt (wenigstens bei solchen Mikroskopen, welche mit starken Objectivsystemen versehen sind) sowohl die chromatische als die sphärische Aberration der Verkürzung der Röhre in einem sehr merklichen Grade zu. Hier-

aus geht hervor, daß das bei manchen Mikroskopen angewendete Verfahren, die Röhre nach Art eines Zugfernrohres zum Zusammenschieben einzurichten, um durch Verkürzung und Verlängerung der Röhre die Vergrößerungen ändern zu können, nicht unbedingt anzuempfehlen ist. Es giebt übrigens. wie weiter unten angeführt werden wird, ein einfaches Mittel, um diese Steigerung der Aberration zu corrigiren.

Endlich kommt bei der Bestimmung der Länge der Röhre der bequeme Gebrauch des Mikroskopes in Betracht. Bei horizontaler Lage der Röhre ist natürlicherweise die größere oder kleinere Länge derselben ein sehr gleichügltiger Umstand; ganz anders verhält sich dagegen die Sache bei der gewöhnlichen senkrechten Stellung desselben. Die Optiker sollten billigerweise Rücksicht darauf nehmen, dem Mikroskope keine so große Höhe zu geben, daß man nicht, an einem gewöhulichen Tische sitzend, mit demselben arbeiten kann. Man kann sich zwar allerdings bei größerer Höhe des Mikroskopes dadurch helfen, daß man sich einen niederen Tisch oder einen höheren Stuhl machen läßt; allein beides ist nicht bequem, und jedenfalls kann man ein solches Mikroskop auf Reisen nur stehend benutzen, was für die meisten Beobachter sehr unbequem ist. Man kann es aus diesem Grunde nicht billigen, daß einige Optiker, z. B. Plössl, Schiek, ihren Mikroskopen eine beträchtliche Länge ertheilen: so beträgt z. B. bei einem Plössl'schen Mikroskope die Länge der Röhre vom Ansatzpuncte der Objective bis an's obere Ende des Oculars 9" 6''', welches mit dem Stative zusammen eine Höhe von etwa 17" giebt, welche viel zu bedeutend ist, als daß man noch, an einem gewöhnlichen Tische sitzend, mit einem solchen Mikroskope arbeiten könnte; bei einem Amici'schen Mikroskope

ist die Röhre mit dem Oculare auf 7″ reducirt, was mit dem Stative zusammen 13″ giebt, welche Höhe bereits etwas unbequem ist und für einen Beobachter von kleiner Statur zu bedeutend sein muß.

Ueber die mechanische Ausführung der Mikroskopröhre werden wenige Bemerkungen hinreichen. Zweckmäßig ist es, dieselbe im Innern zu schwärzen; nothwendig dagegen, an ihrem unteren Ende und in ihrer Mitte, auch wohl noch unter dem Oculare, Blendungen anzubringen, deren Oeffnungen so weit sind, daß die Lichtstrahlen, welche vom Objective direct zum Oculare gelangen können, nicht durch dieselben aufgefangen werden, dagegen auch so enge sind, daß nicht Lichtstrahlen in schiefer Richtung auf die Seitenfläche der Röhre auffallen und durch Spiegelung nach oben in's Ocular geworfen werden können. Manche Optiker legen einen übertrieben großen Werth auf die vollkommene Schwärzung der Röhre, füttern sie mit schwarzem Sammte aus und dergl. Dieses ist bei gehörig angebrachten Blendungen eine vollkommen unnöthige Sorgfalt; will man außer der Anbringung von Blendungen noch etwas thun, so ist ein schwarzer Anstrich*) der Röhre oder das Ein-

*) In Beziehung auf den schwarzen Anstrich der Röhren, Oculare rc. wird häufig darin gefehlt, daß der Auflösung von Schelllack in Alkohol, mit welcher die erwärmten Metallstücke überstrichen werden, zu wenig Lampenschwarz beigemengt wird, wodurch der Ueberzug glänzend wird. Die eleganteste Art, das Messing zu schwärzen, besteht nach Pritchard darin, daß man es mit einer Auflösung von Platina in Königswasser wäscht und die Flüssigkeit nach einigen Minuten abwischt (Micr. cabinet, 227). Die französischen Optiker besitzen ebenfalls eine sehr elegante Methode, das Messing zu schwärzen, welche, meines Wissens, darauf beruht, daß die Arbeitsstücke in Salpetersäure gelegt und dann erhitzt werden. Diese beiden letzteren Methoden eignen sich vortrefflich dazu, die Fassungen von Ocularen, Lampen rc. zu schwärzen.

chneiden eines leichten Schraubenganges auf ihrer innern Seite vollkommen ausreichend.

Sellique wendete zuerst ein eigenthümliches Mittel an, um die Vergrößerungskraft der Objective ohne Verlängerung der Mikroskopröhre zu steigern. Er setzte nämlich in der Mitte zwischen dem Objective und dem Oculare ein Concavglas in die Mikroskopröhre ein; durch ein solches Glas wird die Divergenz der aus dem Objective ausgetretenen Srahlen vermehrt und dadurch das von denselben entworfene Bild vergrößert. Das Fraunhofer'sche Institut verbesserte diese Vorrichtung dadurch, daß er, anstatt einer einfachen oder zweier übereinanderliegender, nicht achromatischer Concavlinsen, achromatische Concavlinsen zu diesem Behufe verwendet. Hr. v. Mohl ließ sich, um die Wirkung dieser Linsen zu prüfen, in dem genannten Institute eine solche achromatische Linse verfertigen; sie besitzt eine negative Brennweite von etwa 48'''. Dieselbe steigert bei gleichzeitig Statt findender Vergrößerung des Abstandes zwischen Object und Objectiv die Vergrößerungskraft der Objective, namentlich der schwachen Objective, nicht unbedeutend, und zwar desto mehr, je höher oben in der Mikroskopröhre dieselbe angebracht wird. Setzte ich z. B. diese Linse in meinem Amicischen Mikroskope ungefähr einen Zoll oberhalb eines Objectivsystemes, welches ohne diese Linse mit dem schwächsten Oculare eine Vergrößerung von 82 mal im Durchmesser giebt, ein, so wurde die Vergrößerung auf 105 Durchmesser, und bei'm Einsetzen der Linse in die Mitte der Röhre auf 155 Durchmesser gesteigert, wobei freilich ein Theil dieser stärkeren Vergrößerung nicht der Wirkung der Linse, sondern der mit ihrem Einsetzen verbundenen, jedoch nicht bedeutenden Verlängerung der Mikroskopröhre zuzuschreiben ist. Diese durch eine Concavlinse bewirkte Steigerung der

Vergrößerung ist dagegen mit eigenthümlichen Nachtheilen für das mikroskopische Bild verbunden, insofern die sphärische Aberration durch diese Linse bedeutend gesteigert wird. Auf der einen Seite führt die Anwendung dieser Linse zwar die Bequemlichkeit mit sich, daß das Object in größere Entfernung von dem Objective gebracht werden kann; auf der andern Seite aber verliert man durch jene Vermehrung der Aberration weit mehr an der Reinheit des Bildes, als man durch die gesteigerte Vergrößerung gewinnt. Man kann allerdings dieser Verschlechterung des Bildes durch Anwendung dickerer Deckgläser entgegenwirken. Mohl erhielt z. B. bei einem ziemlich schwachen Amici'schen Objectivsysteme, welches ein Deckglas von 1,2 bis 1,6 Millim. Dicke erfordert, nach Einsetzung der Concavlinse wieder ein reines Bild, als ich Deckgläser von 2,3 bis 2,5 Millim. Dicke anwendete; meistens aber ist doch mit der Anwendung der Concavlinse ein gewisser Verlust an der Schärfe des Bildes verbunden, so daß im Allgemeinen das ganze Verfahren nicht zu billigen ist. Etwas ganz Anderes ist es, wenn man solche Linsen anwendet, um bestimmte Fehler, welche im Objectivsysteme nicht völlig corrigirt sind, durch einen entgegengesetzten Fehler in der aufgeschraubten Linse zu verbessern, wie z. B. Amici solche schwache Hülfslinien häufig anwendet, theils um die sphärische, theils um die chromatische Aberration seiner Objective zu corrigiren. In diesem Falle bilden solche Linsen einen Theil des Objectives selbst, müssen je nach dem einzelnen Falle sehr abweichende Formen haben, und in Hinsicht auf die Farbenzerstörung bald über-, bald untercorrigirt sein; können also mit jenen möglichst achromatischen Concavlinsen, die bloß zur Steigerung der Vergrößerung verwendet werden, keineswegs verglichen werden.

Das Ocular hat, wie schon bemerkt, die Bestimmung, das von dem Objective entworfene Bild dem Auge vergrößert darzustellen. Auf dem ersten Blick scheint es am einfachsten zu sein, zu diesem Zwecke eine einfache Linse zu verwenden; allein der Erfolg dieses Verfahrens ist, namentlich wenn man starke Linsen hierzu verwendet, kein sehr günstiger, und zwar aus mehren Gründen. Eines Theils übersicht man mit einer einfachen Linse nur einen verhältnißmäßig kleinen Theil des vergrößerten Bildes und erhält deßhalb ein sehr kleines Gesichtsfeld; anderentheils gewährt die Anwendung einer einfachen Linse kein vollständiges Mittel, um Abweichungen des von der Objectivlinse entworfenen Bildes zu corrigiren.

Welcher Art diese Abweichungen des Bildes sein müssen, wenn dasselbe durch die Ocularlinse fehlerfrei erscheinen soll, und welche Correction eintreten muß, läßt sich wohl auf folgende Weise aus der Betrachtung der durch die Ocularlinse auf das Bild ausgeübten Wirkung anschaulich machen. Fassen wir in's Auge, daß als Ocularlinse beinahe in allen Fällen eine planconvexe Linse und zwar sehr häufig eine Linse von sehr großer Oeffnung, so daß sie beinahe eine völlige Halbkugel darstellt, und noch dazu in ihrer schlechtesten Lage, d. h. mit der ebenen Seite gegen das Auge gerichtet, angewendet wird, so geht daraus auf eine unzweifelhafte Weise hervor, daß das vom Objectiv entworfene Bild, wenn es fehlerfrei wäre, dem Auge, welches dasselbe durch jene Linse betrachtet, mit den größten Abweichungen behaftet erscheinen müßte. Hieraus erhellt von selbst, daß das von dem Objectiv entworfene Bild nicht fehlerfrei sein darf, sondern daß es mit Aberrationen, die denen der Linse entgegengesetzt sein müssen, behaftet sein muß, wenn das Mikroskop ein reines Bild zeigen

soll. Würde, wie man dieses gewöhnlich annimmt, und wie es auch bei Anwendung einer einfachen doppeltconvexen Linse als Objectiv der Fall ist, jenes Bild in sphärischer und chromatischer Beziehung untercorrigirt sein, so würden die von einem Puncte des Objectes ausgehenden Strahlen in dem Bilde so geordnet liegen, daß die durch den Rand der Linse gehenden und ebenso die stärker brechbaren violetten Strahlen in einem von dem Objective weniger entfernten Focus vereinigt würden, als die centralen und die weniger brechbaren rothen Strahlen. Wenn nun aber diese beiderlei Strahlen vom Auge wieder zu einem Puncte vereinigt werden sollen, so müssen im Gegentheile die vor der Ocularlinse liegenden Vereinigungspuncte der brechbarsten und der durch den Rand der Linse gehenden Strahlen der Ocularlinse näher liegen, als die Vereinigungspuncte der centralen, und der weniger brechbaren Strahlen, d. h., es muß das vom Objectiv entworfene Bild in chromatischer und sphärischer Beziehung in demselben Verhältnisse übercorrigirt sein, in welchem die Ocularlinse eine Untercorrection desselben bewirkt.

Es ist also deutlich, daß das Bestreben des Optikers nicht dahin gehen darf, Objective zu verfertigen, welche ein von Aberrationen freies Bild entwerfen. Die Uutersuchung einer großen Anzahl von Objectivsystemen zeigte Hrn. v. Mohl auch in der That, daß dieselben wenigstens in chromatischer Hinsicht *) nicht unbedeutend übercorrigirt waren.

*) Wie sich diese Objectivsysteme in Hinsicht auf sphärische Aberration verhielten, läßt v. Mohl dahingestellt sein, indem durch die starken Farbensäume, welche er bei der angeführten Prüfungsmethode erhielt, die weit schwieriger zu beobachtenden Kennzeichen der sphärischen Aberration so verhüllt wurden, daß er dieselben nicht deutlich erkennen konnte; übrigens zweifelt er nicht im mindesten daran, daß auch in sphärischer Beziehung diese Objective übercorrigirt waren.

Er fing nämlich das Bild, welches dieselben von dem in einem Quecksilberkügelchen sich abspiegelnden Fenster lieferten nicht mit einem Oculare, sondern mit einem möglichst achromatischen, schwach vergrößernden, zusammengesetzten Mikroskope auf, wobei die im Bilde sich zeigende chromatische Abweichung leicht erkennbar war; sie war die entgegengesetzte von der, welche eine einfache Linse liefert. Diese Uebercorrection nahm zu, je weiter entfernt vom Objective das Bild aufgefangen wurde.

Die Abweichung eines solchen übercorrigirten Bildes wird, wie aus dem oben Gesagten erhellt, durch die entgegengesetzten Abweichungen der Ocularlinse mehr oder weniger vollständig gehoben werden. Auf weit genügendere Weise wird jedoch dieser Zweck durch die Anbringung des sogenannten Collectivglases erreicht. Unter diesem Ausdrucke versteht man eine Linse, deren Brennweite und Weite etwa 3mal so groß, als die entsprechenden Verhältnisse der Ocularlinse sind, und welche man zwischen dem Objective und dem von demselben entworfenen Bilde in der Mikroskopröhre anbringt. Die auffallendste Wirkung dieser Linse besteht darin, daß die Strahlen, von welchen jenes Bild entworfen wird, zu einem kürzeren Focus vereinigt werden. Das Bild wird hierdurch kleiner und zugleich lichtstärker, als es vorher war, und damit wird das Gesichtsfeld des Mikroskopes (der durch die Ocularlinse gesehene Theil des Bildes) vergrößert. Hiermit wäre nun, wenn sich die Wirkung des Collectivglases hierauf beschränken würde, kaum sein eigentlicher Vortheil erreicht, indem man, um dieselbe Vergrößerung wie ohne Collectivglas zu erhalten, eine weit stärkere Ocularlinse anwenden müßte, womit in Hinsicht auf die Reinheit des Bildes an und für sich noch nichts gewonnen wäre. Die hauptsächlichste,

wenngleich weniger in's Auge fallende Wirkung des Collectives beruht dagegen darauf, daß es ein mächtiges Mittel darbietet, die sphärische und chromatische Aberration des von dem Objectiv entworfenen Bildes auf eine solche Weise abzuändern, daß dasselbe, wenn es durch die Ocularlinse betrachtet wird, zwar von diesen beiden Abweichungen nicht völlig frei, aber doch im hohen Grade corrigirt erscheint.

Diese Correction bezieht sich sowohl auf die sphärische, als chromatische Aberration. Hierbei findet nun der höchst wichtige Umstand Statt, daß ihre Größe für ein gegebenes Collectiv keine bestimmte, sondern außerordentlich starken Aenderungen unterworfene ist, je nachdem das von dem Collectiv entworfene Bild in kürzerer oder größerer Entfernung hinter diesem Glase liegt, welche Entfernung von der Entfernung des Objectes vom Objective abhängt und in umgekehrtem Verhältnisse zu dieser steht. Da dieses Bild, wenn man ein Object durch das Mikroskop sehen will, immer im Focus der Ocularlinse liegen muß und dieser keinem Wechsel unterliegt, so hat man in der gegenseitigen Entfernung der Ocularlinse und des Collectives das Mittel, dieses Bild immer in einer bestimmten Entfernung hinter dem Collectiv entstehen zu lassen, und dadurch einen bestimmten Grad der Correction festzustellen. In Beziehung auf diese Correction gilt nun die Regel, daß bei Anwendung eines bestimmten Objectives das durch das Ocular gesehene Bild bei einer mittleren Entfernung der Collectivlinse und Ocularlinse möglichst fehlerfrei erscheint; daß dagegen, wenn man die Ocularlinse dem Collective mehr nähert, das Bild daher näher am Collective aufhängt, das Bild sowohl in chromatischer, als sphärischer Beziehung übercorrigirt, und daß es, umge-

kehrt, in beiden Beziehungen untercorrigirt wird, wenn die beiden genannten Linsen von einander entfernt werden. Hierbei versteht es sich wohl von selbst, daß, ungeachtet diese beiden Correctionen im Allgemeinen Hand in Hand gehen, doch der Indifferenzpunct beider nicht immer zugleich eintritt, sondern daß eine Stellung der Collectiv- und Ocularlinse Statt finden kann, bei welcher das Bild zugleich in sphärischer Beziehung untercorrigirt, in chromatischer Beziehung übercorrigirt sein kann.

Die Anbringung des Collectivglases und die Regulirung der Entfernung der Ocularlinse von demselben bildet somit ein außerordentlich wichtiges Hülfsmittel zur Vervollkommnung der Mikroskope. Gewöhnlich (vergl. die Zeichnung des Plössl'schen Mikroskopes in Fig. 70, wo h eine auf den Mikroskopkörper aufgeschraubte Röhre bezeichnet, in welche die Röhre des Oculars i eingesteckt ist, welche ihrerseits das Collectivglas (r) und die Ocularlinse (s) enthält) sind das Collectivglas und die zu ihm gehörige Ocularlinse zusammen in eine gemeinschaftliche Fassung so eingesetzt, daß ihre gegenseitige Entfernung gerade die passendste ist, um mit allen Objectiven desselben Mikroskopes das beste Bild zu geben, und wenn die Röhre des Mikroskopes eine unveränderbare Länge hat, so ist diese Einrichtung ganz gut; wenn dagegen diese Verhältnisse nicht Statt finden, wenn zwischen den verschiedenen Objectivsystemen kleine Unterschiede Statt finden, dann ist es weit besser, Oculare zu besitzen, bei welchen die Ocularlinse in eine Auszugröhre gefaßt ist, um durch Aenderung ihrer Stellung zum Collectivglase die nöthigen Correctionen im Bilde vornehmen zu können *). Eine solche Einrichtung gab Amici ei-

(* Es ist zu bemerken, daß durch die Entfernung der Ocu-

nem Theile seiner Oculare, wie die Abbildung des Amici'schen Mikroskopes auf Fig. 71 zeigt, wo o die auf dem Mikroskopkörper aufgeschraubte Röhre zeigt, in deren unteres Ende das Collectivglas q eingeschraubt und in welcher die Röhre p verschiebbar ist, welche letztere die Ocularlinse r enthält. Die Anwendung solcher mit einer Auszugröhre versehenen Oculare kann besonders in dem Falle Nutzen bringen, wenn man bald eine kürzere, bald eine längere Mikroskopröhre anwendet, indem sich mit der Aenderung der Röhrenlänge die Correction des Bildes bedeutend ändert. Es ist zwar weiter unten bei den Deckgläsern auseinandergesetzt, wie man in der Wahl eines dünneren oder dickeren Deckglases das Mittel besitzt, die durch die verschiedene Länge der Mikroskopröhre bedingte, oft sehr schädliche Aenderung der sphärischen Aberration zu corrigiren; man wird jedoch häufig in den Fall kommen, auch diese durch's Ocular zu bewirkende zweite Correction nützlich zu finden, um so mehr, da dieselbe sehr stark auf die chromatische Aberration wirkt, auf welche die Dicke des Deckglases keinen sehr merklichen Einfluß hat. In welchem hohen Grade aber die Länge der Mikroskopröhre auf die chromatische Aberration des mikroskopischen Bildes wirkt, davon kann man sich leicht durch Beobachtung des von einem Quecksilbertropfen reflectirten Fensterbildchens durch eines der neueren Mikroskope überzeugen. Man wird dasselbe bei voller Röhrenlänge gewöhnlich etwas übercorrigirt finden, und es wird, je mehr man die Mikroskopröhre verkürzt, die Farbenzerstreuung desto geringer, bis eine Grenze erreicht ist, an welcher das Bild möglichst achromatisch ist. Bei weiterer Ver-

larlinse vom Collectivglase nicht nur die Aberrationen des Bildes verändert werden, sondern daß auch die Größe des Bildes bedeutend dadurch vermindert wird.

kürzung der Röhre gehen alsdann die Farbenerscheinungen in die entgegengesetzten über und das Bild ist untercorrigirt. Mohl mußte bei einem Amici'schen Mikroskope bei Anwendung des schwächsten Objectivsystemes die Röhre (ohne die Länge des Oculares mitzumessen) auf 26''' verkürzen, um das Bild möglichst achromatisch zu machen; bei voller Röhrenlänge giebt dieses Objectiv (welches übrigens in Hinsicht auf Schärfe des Bildes unübertrefflich ist) ein stark übercorrigirtes Bild.

Es geht aus dem, was über die Veränderungen angeführt wurde, welche im mikroskopischen Bilde durch das Collectiv und die Ocularlinse bewirkt werden, hervor, daß ungeachtet das Objectiv der bei weitem wichtigste Theil des Mikroskopes ist, dennoch die Leistungen des letzteren keineswegs allein vom Objective, sondern von seinem Zusammenwirken mit dem Oculare abhängen, und daß, wer von seinem Mikroskope das möglichst vollkommene Bild erhalten will, sich mit den angeführten Erscheinungen bekannt zu machen hat, indem ihm häufig genug die Kenntniß derselben, sowie die Kenntniß des von den Deckgläsern ausgeübten Einflusses, die Mittel an die Hand geben wird, durch Anbringung von kleinen Correctionen die Leistungen seines Instrumentes auf einen Grad zu steigern, welchen dasselbe, als es aus den Händen des Mechanikers hervorging, zu gewähren nicht vermochte.

Als Ocular wird ganz allgemein bei dem Mikroskope das gewöhnliche Ocular des astronomischen Fernrohres angewendet, welches aus einem planconvexen Collectivglase und einer planconvexen Ocularlinse besteht, welche beide mit ihrer convexen Seite nach unten gewendet sind. Das Verhältniß der Krümmungshalbmesser beider Linsen wird von verschiedenen Optikern verschieden gewählt; am häufig-

sten ist der Radius des Collectivglases dreimal grö=ßer, als der der Ocularlinse. Von diesem Verhält=nisse weichen dagegen andere Optiker sehr bedeutend ab, indem sie die Ocularlinse bald stärker (z. B. Amici), bald schwächer (z. B. Oberhäuser) neh=men, was von nicht unbedeutendem Einflusse auf die Correction der Aberrationen ist. Man kann deß=halb nicht unbedingt die Objective des einen Instru=mentes mit den Ocularen eines andern verbinden.

Ob das in manchen Fällen bei den astronomi=schen Fernröhren angewendete Ramsden'sche Ocu=lar, bei welchem das Bild nicht zwischen beiden Gläsern, sondern vor denselben liegt, schon bei dem Mikroskope angewendet wurde, ist mir nicht bekannt. Pössl giebt seinen Mikroskopen ein Ocular bei, welches einige Aehnlichkeit mit dem Ramsden'schen Oculare besitzt und aus zwei planconvexen achro=matischen, mit den convexen Seiten gegeneinander gewendeten Linsen besteht und welches ein zwar sehr scharfes, aber schwach vergrößertes Bild giebt. Die Anwendung dieses Oculares ist sehr passend, wo es sich um eine sehr helle, reine Vergrößerung von minderer Stärke handelt, allein es wird mittelst die=ses Oculares die penetrirende Kraft der Objective nicht gehörig ausgebeutet.

2) Das Stativ des zusammengesetzten Mikroskopes.

Da die mehr oder weniger bequeme Benutzung des Mikroskopes wesentlich von der Construction sei=nes Statives abhängt, so ist es nicht überflüssig, über diesen Theil einige Bemerkungen beizufügen, ob=gleich man auf diesen Theil des Instrumentes keinen zu großen Werth zu legen braucht, wie es manche englische Mikroskopiker, namentlich Goring, thun, insofern Uebung und Dexterität auch mit einem min=

der vollkommen eingerichteten Mikroskope beobachten lehrt.

Die wesentliche Bestimmung des Statives ist die, die Mikroskopröhre in die passende Entfernung vom Objecte zu bringen und in dieser unverrückt festzuhalten. Gewöhnlich ist an demselben auch zugleich eine Vorrichtung, um das Object aufzulegen (Objecttisch) und der Beleuchtungsapparat angebracht. Es bilden diese beiden letzteren Apparate jedoch keinen nothwendigen Theil des Statives, sondern können auch abgesondert von demselben sein, was jedoch, wegen der Centrirung des Ganzen, wenigstens für die Mehrzahl der Beobachtungen nicht zweckmäßig ist.

Man kann in Hinsicht auf die Construction des Statives von sehr verschiedenen Grundsätzen ausgehen und wird sich daher über die zweckmäßigste Einrichtung desselben kaum verständigen. Wer, wie Goring (microsc. illustrations by Goring und Pritchard Edit. 3, p. 150) von dem Grundsatze ausgeht, daß der mechanische Theil des Mikroskopes eine solche Einrichtung haben müsse, daß man den optischen Theil des Instrumentes nicht bloß in einfacher, linienförmiger Richtung dem Objecte nähern und von demselben entfernen könne, sondern daß derselbe in jeder Richtung beweglich sein müsse, wer ferner darauf ausgeht, an einem Instrumente alle mechanischen Einrichtungen zu vereinigen, welche bei irgend einer mikroskopischen Beobachtung von Nutzen sein könnten, wer auf diese Weise ein sogenanntes Universalmikroskop herstellen will, der wird natürlicher Weise seinem Stative eine weit complicirtere Einrichtung geben, als der, welcher sein Instrument nur für die gewöhnlich vorkommenden Beobachtungen einrichtet und der Ansicht ist, daß der Einzelne, welcher mit dem Mikroskope besondere Zwecke verfolgt, auch

ein für diese Zwecke besonders construirtes Stativ benutzen müsse, daß dagegen die Vereinigung aller, zu irgend einem Zwecke dienlicher, mechanischer Vorrichtungen an einem Instrumente nicht bloß im Allgemeinen unnütz, sondern in mancher Beziehung schädlich sei.

Hr. v. Mohl, der wohl eine Autorität ist, geht von dem Grundsatze aus, daß für das Mikroskop (wenn es nicht zu besonderen Zwecken, die eine specielle Einrichtung für sich erfordern, gebraucht werden soll) nur eine einfache, geradlinigte Bewegung nöthig ist, durch welche dasselbe dem Objecte beliebig genähert und von demselben entfernt werden kann. Diese einfache Bewegung ist mit großer Einfachheit und Solidität des Statives vereinbar, während jede weitere Bewegung, die man dem Mikroskope ertheilt, Gelenke und ähnliche Vorrichtungen nöthig macht, welche nicht bloß die Solidität des Ganzen beeinträchtigen, sondern auch den Gebrauch des Instrumentes erschweren, indem bei seinen Benutzungen eine Menge Rücksichten auf die und jene Schraube u. s. w. zu nehmen sind, wodurch nur die Aufmerksamkeit von der Hauptsache abgezogen wird. Hr. v. Mohl hält diesen Gegenstand für gar nicht so unwichtig, als er auf den ersten Blick erscheinen könnte. Bei einfachem Baue des Mikroskopes gewöhnt man sich, alle an demselben nothwendigen Bewegungen während der Beobachtungen vorzunehmen, ohne das Auge vom Oculare zu entfernen, indem man das Getriebe, den Spiegel u. s. w., wie man sagt, im Griffe hat und diese Theile nicht erst mit dem Auge aufsuchen muß. In dieser Hinsicht ist es z. B. schon störend, wenn man von dem gewöhnlich benutzten Instrumente her gewöhnt ist, das Getriebe rechts zu drehen, um das Objectiv vom Objecte zu entfernen, und nun ein Instrument in die Hände

bekommt, bei welchem man dasselbe zu diesem Behufe links drehen muß. Je einfacher der Bau des Mikroskopes ist, desto schneller und leichter wird man alle nöthigen Bewegungen vornehmen; je complicirter sein Bau ist, desto mehr Ueberlegung und Zeit kosten dieselben, und desto mehr wird die Aufmerksamkeit während der Beobachtung zum Schaden derselben getheilt. Wer nicht die manuelle Geschicklichkeit hat, um mit einem einfach gebauten Mikroskope zu beobachten, wer für jede Bewegung, anstatt seine Finger zu gebrauchen, eine Schraube nöthig hat, der ist ohnehin zum mikroskopischen Beobachter untauglich, denn er wird vergeblich ein brauchbares Präparat zu verfertigen sich bemühen.

Betrachten wir die einzelnen Theile des Statives! Zuerst muß man darauf Bedacht nehmen, daß dasselbe fest stehe. In dieser Hinsicht ist es unerläßliche Bedingung, daß seine Basis nicht zu klein sei; ist sie zugleich schwer, so ist es desto besser.

Die Stative kleiner Mikroskope sind häufig zum Anschrauben auf den Deckel des Mikroskopkastens eingerichtet. Hierdurch wird allerdings ein besonderer Fuß erspart und das Instrument auf Reisen transportabler; es ist jedoch diese Einrichtung im Allgemeinen verwerflich, indem die Höhe des Kastens vermehrt ist, was eine sehr geringe Höhe des Mikroskopes nöthig macht, wenn dasselbe nicht unbequem sein soll. Will man aber einem Mikroskope diese Einrichtung geben, so muß sich jedenfalls, nach der von Chevalier getroffenen Einrichtung, der Kasten seitwärts und nicht nach oben öffnen, weil sonst das Herausnehmen von Ocularen ꝛc. aus dem Kasten während der Beobachtung sehr erschwert ist, oder es muß, wie bei den kleineren Fraunhofer'schen Mikroskopen, das Instrument im Inneren des Kastens an einem Charnier befestigt sein, um nach Oeffnung

des Deckels und bei offen stehendem Kasten aufgerichtet werden zu können.

Der Fuß des Statives besteht sehr häufig aus drei zum Zusammenlegen eingerichteten Armen. Wenn diese stark genug sind, so daß sie nicht leicht federn, was am ersten erreicht wird, wenn sie höher, als breit sind, wie an den Plössl'schen Mikroskopen (Fig. 70), so ist gegen diese Einrichtung nichts einzuwenden, und es scheint mir überflüssig zu sein, um eine größere Festigkeit zu erhalten, mit Pritchard (micr. illustrat. p. 92) den Fuß aus einem einzigen Metallstücke, also nicht zum Zusammenlegen, zu verfertigen, oder nach Goring's Beispiele unter der Säule des Statives eine Schraube (Fig. 72 f) anzubringen, welche auf den Tisch abwärts geschraubt werden kann, um als vierter Fuß die Säule unmittelbar zu unterstützen. Zweckmäßiger ist es, den drei Füßen eine horizontale Richtung zu geben, als sie in conischer Richtung auseinandertreten zu lassen, indem durch das Letztere das Instrument auf eine unnöthige Weise höher wird. Stellschrauben, wie bei astronomischen Instrumenten, an den Füßen anzubringen, ist vollkommen überflüssig.

Eine besondere Vorrichtung wurde von Andrew Roß (microsc. Journal I. 11) an den Füßen des Mikroskopes angebracht, um die Erschütterung, welche die auf der Straße vorüberfahrenden Wägen verursachen, zu brechen. Es werden zu diesem Behufe unter die Füße des Instrumentes Filzstücke gelegt und über jedes derselben ein kleines metallenes dreifüßiges Tischchen gestellt, durch dessen Platte eine Schraube geht, an deren unterem Ende eine Spiralfeder befestigt ist, deren anderes Ende in einem Haken am Mikroskopfuße eingreift. Diese Federn werden nun durch Anziehen der Schraube soweit gespannt, daß durch dieselben der größte Theil vom

Gewichte des Mikroskopes getragen wird. Inwieweit diese Vorrichtung ihrem Zwecke entspricht, ist mir aus eigener Erfahrung nicht bekannt, indem ich mich nicht veranlaßt fand, dieselbe an meinem Mikroskope anzubringen. Die Erschütterung des Mikroskopes durch vorüberfahrende Wägen ist allerdings unangenehm, allein sie ist in den wenigsten Fällen wirklich störend, indem sie bei Betrachtung fester Körper kaum von irgend einem Einfluß ist, und bei Körpern, die im Wasser liegen, durch Bedeckung des Wassertropfens mittelst eines Deckglases ebenfalls die nöthige Stabilität bewirkt wird. Auch in dieser Beziehung ist wieder Einfachheit und fester Bau des Statives von Nutzen, denn wenn irgend ein Theil desselben schlottert, so ist die Erzitterung des Hauses doppelt störend. Wollte man Beobachtungen machen, bei welchen jede Erschütterung abgeschnitten ist, z. B. um zu ermitteln, ob auf die Molecularbewegung feiner in einer Flüssigkeit schwimmender Körnchen Erschütterungen von Einflusse sind (was sie übrigens, bestimmten von mir angestellten Versuchen nach, nicht sind), so müßte man das Mikroskop auf einer Sternwarte aufstellen, oder wenigstens in einem von Straßen entfernten Local beobachten. Die Sorge, daß bei gewöhnlichen Beobachtungen Erschütterungen des Hauses schaden, ist übertrieben. Prof. v. Mohl bewohnt seit 10 Jahren ein Haus, welches nicht nur unmittelbar an einer befahrenen, gepflasterten Landstraße, sondern auch in nächster Nähe von zwei Mühlen liegt, und welches, so lange die Mühlen gehen, beständig schwachen Erschütterungen ausgesetzt ist; dessenungeachtet hat er bei seinen vielfachen mikroskopischen Beobachtungen niemals ein Hinderniß in diesem Umstande gefunden. Viel stärker und störender, als solche Erschütterungen des ganzen Hauses sind oft die Schwankungen, welche der

Tisch, auf welchem das Mikroskop steht, erfährt, wenn man den eigenen Körper auf denselben aufstützt, indem sich hierbei die Erschütterung, welche der Herzschlag dem Körper ertheilt, dem Tische mittheilt. Je solider der Bau des Mikroskopes, und je compendiöser das letztere ist, desto weniger werden solche Umstände störend einwirken.

Gegen den dreiarmigen Fuß des Mikroskopes kann man einwenden, daß derselbe kein bedeutendes Gewicht besitzt und gegen das Umfallen des Instrumentes bei einem gelegentlichen Stoße weniger sichert, als ein Fuß von bedeutender Schwere. In dieser Beziehung ist es für ein Standmikroskop besser, als Fuß eine trommelförmige, mit Blei ausgegossene Platte zu gebrauchen, wie sie Oberhäuser bei seinen Mikroskopen (Fig. 73 aa, Fig. 74 a) anbrachte.

Der wesentliche Unterschied zwischen den verschiedenen Mikroskopstativen beruht auf dem Umstande, ob an ihnen die Mikroskopröhre in senkrechter Richtung befestigt und bloß auf- und abwärts beweglich ist, oder ob dieselbe in beliebigem Winkel gegen die senkrechte Linie zu stellen und etwa auch in horizontaler Richtung um die Säule drehbar ist.

Die englischen Mikrographen, welche die senkrechte Stellung des Mikroskopes und die Beobachtung mit abgewendetem Auge für die schlechteste halten (vergl. Goring in microsc. illustr. p. 179), verwerfen natürlicherweise die erstere dieser Einrichtungen. Auf dem Continent denkt man in der Regel von der Sache anders; es ist die senkrechte Stellung des Mikroskopes durchaus die normale, und andere Stellungen sind nur ausnahmsweise und zu besonderen Zwecken dienlich, und zwar aus folgenden Gründen:

Die Objecte der mikroskopischen Forschung sind in der großen Mehrzahl der Fälle in Wasser zu un-

tersuchen; es muß daher die Glasplatte, auf der sie aufliegen und folglich auch der Objecttisch eine horizontale Lage besitzen. Ebenso ist es auch bei Untersuchung der meisten trockenen Körper das Natürlichste und Einfachste, dieselben einen auf horizontalen Objecttisch aufzulegen, weil bei einer andern Stellung des Objecttisches eine Menge mechanischer Vorrichtungen (Schieber, Federklammern u. s. w.) nöthig werden, um dieselben festzuhalten. Damit ist aber die senkrechte Stellung des Mikroskopes von selbst gegeben, wenn man nicht die Röhre desselben rechtwinklich brechen will, wobei durch das hierbei nöthig werdende Prisma auf eine unnöthige Weise Licht verloren wird.

Ein zweiter Grund für die senkrechte Stellung ist, daß so am leichtesten fremdes Licht vom Auge abgehalten wird, während bei horizontaler, oder gegen den Himmel aufwärts gewendeter Stellung derselben weit leichter seitwärts Licht in's Auge einfällt, oder wenigstens die Anbringung eines großen, auf die Mikroskopröhre aufgesteckten Schirmes nöthig wird.

Einen weitern Grund findet man darin, daß es bequemer ist, in ein senkrecht stehendes, als in ein horizontales Mikroskop zu sehen. Es mag dieses von individueller Eigenthümlichkeit abhängen, für die meisten Beobachter ist dieser Grund bei anhaltender Beobachtung ein sehr bedeutender, denn es ist dabei die Stellung des Kopfes und Rückens weit weniger ermüdend. Es muß zugegeben werden, daß die schief abwärts gerichtete Stellung der Mikroskopröhre noch bequemer für den Beobachter ist; allein sie ist schwer mit horizontaler Stellung des Objecttisches, die als ganz nothwendig betrachtet werden muß, zu verbinden, und macht jedenfalls eine Brechung der Mikroskopröhre und eine mit Lichtverlust verbundene Ablenkung der Lichtstrahlen durch einen Spiegel oder ein Prisma nöthig.

Einige englische Beobachter glaubten in dem Zustande des Auges einen Grund gegen die senkrechte Stellung der Mikroskopröhre zu finden, namentlich glaubt Brewster (treat. on the microsc. p. 166), daß die Flüssigkeit, welche das Auge befeuchtet, sich bei abwärts gewendetem Kopfe auf der höchsten Stelle der Hornhaut auf eine unregelmäßige Weise ansammle und das Sehen störe, und daß es deßhalb für das mikroskopische Sehen (wenn gleich nicht für die Untersuchung) am günstigsten sei, auf dem Rücken liegend in's Mikroskop zu sehen, indem bei dieser Lage des Auges die Flüssigkeit von der Hornhaut nach allen Seiten hin abfließe.

Eine andere Einwendung macht Dr. Goring, welche auf den ersten Blick mehr für sich zu haben scheint (microsc. illustr. p. 191). Er glaubt nämlich, daß das anhaltende Sehen nach abwärts für den Kopf und das Auge schädlich sei, indem dabei das Blut gegen den Kopf getrieben werde. Man höre niemals, daß die Astronomen, welche beständig aufwärts sehen, am Auge leiden, wie die mikroskopischen Beobachter, ungeachtet sie wo möglich noch anhaltender und angestrengter mit den größten Vergrößerungen beobachten. Jedoch ist diese Thatsache wohl in Zweifel zu ziehen, wenigstens kennt man mehre Astronomen, welche an ihren Augen ganz dieselben Erfahrungen, wie Mohl bei'm Gebrauche des Mikroskopes, machten, d. h., daß sie Schmerzen in dem linken Auge bekamen, mit welchem sie nicht in das Instrument sahen, und das rechte Auge, mit welchem sie beständig beobachten, für den Eindruck des Lichtes weit unempfindlicher, als das linke wurde (oder vielleicht das linke empfindlicher, als im Normalzustande wurde), und daß das linke, wenn sie mit ihm in das Instrument sahen, zwar einen sehr hellen Lichteindruck empfängt, allein schnell überreizt

wird und zu scharfer und anhaltender Beobachtung untauglich ist.

Vorausgesetzt nun, man entscheidet sich, der Mikroskopröhe eine senkrechte Lage zu ertheilen, so entsteht vor Allem die Frage, soll man das Mikroskop gegen den feststehenden Objecttisch bewegen, wie dieses z. B. bei den Mikroskopen von Fraunhofer, Plössl (Fig. 70), Schiek, Oberhäuser (Fig. 73, Fig. 74) der Fall ist, oder soll umgekehrt der Objecttisch gegen die feststehende Röhre des Mikroskops bewegt werden, wie z. B. bei den Mikroskopen von Amici (Fig. 75), Chevalier (Fig. 76—80).

Für den Beobachter ist vielleicht die letztere Einrichtung die bequemere, insoferne er bei derselben den Kopf immer in derselben Höhe hält, während er bei einem Mikroskope mit beweglicher Röhre genöthigt ist, den Kopf bei'm Gebrauche verschiedener Objective ein paar Zoll niederer oder höher zu halten. Diese Unbequemlichkeit ist aber nicht so groß, daß sie in Betracht käme, da für die entgegengesetzte Einrichtung ein bedeutender Grund spricht, und zwar der, daß nur bei einem Mikroskope, dessen Röhre beweglich ist, der Objecttisch so fest und unbeweglich gemacht werden kann, daß auf demselben ein Schraubenmikrometer hinreichend sicher zu befestigen ist. Da dieses Meßinstrument ganz unentbehrlich ist, so muß man sich entschieden gegen jede Bewegung des Objecttisches, auch wenn sie nur zur feinen Einstellung dient, aussprechen. Ein anderer, jedoch weniger wichtiger Grund war für Goring in dieser Beziehung maßgebend, nämlich der, daß Wasserinsecten, welche man lebend beobachtet, weit ruhiger sind, wenn der Objecttisch feststeht, und die Röhre bewegt wird, als wenn das umgekehrte Verhältniß Statt findet. Dieser Grund könnte allerdings dafür geltend gemacht werden, daß man die grobe Bewegung der Röhre

ertheilt, allein eine feine Bewegung des Objecttisches würde von dieser Einwendung nicht getroffen. Aus dem zuerst angegebenen Grunde verwerfe ich aber auch die letztere.

Die Bewegung der Mikroskopröhre wird gewöhnlich durch ein Getriebe bewirkt, z. B. bei den Plössl'schen Mikroskopen (Fig. 70); diese Bewegung ist zwar an und für sich nicht die sanfteste und genaueste, allein wenn die mechanische Arbeit gut ist, so genügt sie auch für die feine Einstellung. Es ist hierbei ziemlich gleichgültig, ob die Säule, an welcher die Mikroskopröhre auf und ab geführt wird, cylindrisch, dreieckig oder viereckig ist, indem sich bei jeder dieser Formen die nöthige Genauigkeit erreichen läßt. Weil aber die mechanische Ausführung des Triebwerks häufig nicht vollkommen gut ist, und auch, weil dasselbe der Ausnutzung unterworfen ist, so ist es nicht überflüssig, zur feinen Einstellung eine Mikrometerschraube anzubringen. Die Art, wie diese angebracht ist, läßt in vielen Fällen gerechten Tadel zu. Bewegt man, wie bei den Plössl'schen Mikroskopen (Fig. 81) durch dieselbe den ganzen an einer verschiebbaren Hülse befestigten Objecttisch, so verliert man den ganzen Vortheil, welcher für die Anbringung eines Schraubenmikrometers die Bewegung der Mikroskopröhre besitzt, und man würde besser thun, die Mikroskopröhre festzustellen und am Objecttische sowohl die grobe, als die feine Bewegung anzubringen, wie dieses Amici (Fig. 75, Fig. 82, Fig. 83) that. Besser ist es, wie dieses am Oberhäuser'schen Mikroskope (Fig. 73) der Fall ist, die Mikrometerschraube in der Säule des Mikroskopes anzubringen; es bedarf jedoch diese Einrichtung einer sehr guten mechanischen Arbeit, wenn kein Schlottern Statt finden soll. Die einfachste und, wie mir scheint, passendste Anbringung der Mikrometerschraube an ei-

nem vollkommen feststehenden Objecttische werde ich weiter unten beschreiben.

Eine zweite Art, die Mikroskope zu bewegen, wie sie z. B. bei den Oberhäuser'schen Mikroskopen (Fig. 73 und Fig. 75) sich findet, besteht darin, daß sie mit der Hand in einer Hülse auf und ab geschoben wird. Bei genauer Arbeit und gehöriger Länge der Hülse ist diese Bewegung sehr sanft und zur feinsten Einstellung hinreichend, allein bei vielfachem Gebrauche schiebt sich die Röhre in der Hülse bald zu schwer, bald zu leicht. Da nämlich die Röhre nicht gefirnißt werden kann, so läuft leicht das Metall derselben an und es setzt sich Schmutz auf derselben ab, in welchem Falle sich die Röhre zu schwer in der Hülse schiebt; putzt man dieselbe wieder blank, so schiebt sie sich in Folge der allmähligen Abnutzung zu leicht und kann sich, namentlich wenn man zum Behufe des Zeichnens mit der camera lucida eine rechtwinklig gebogene Röhre mit einem Prisma aufsetzt, schon durch ihr eigenes Gewicht abwärts senken. So compendiös und bequem, namentlich bei Reisemikroskopen, diese Einrichtung ist, so ziehe ich doch, der angeführten Nachtheile wegen, die Bewegung mittelst eines Triebes vor.

Bei der Bewegung der Röhre in einer Hülse ist natürlicher Weise dieselbe um ihre eigene Achse drehbar. Es ist nicht bekannt, ob auf diese Rotation irgend Jemand aus optischen Gründen einen Werth legte, mit Ausnahme von Amici, welcher bei seinem Mikroskope, bei welchem die Röhre feststeht, diese Drehung dadurch möglich machte, daß er die Röhre mittelst einer Bajonettverbindung an einem in horizontaler Richtung vom obern Ende der Stativsäule abstehenden Arme befestigte (Fig. 75 und Fig. 75a). Die Gründe für dieses Verfahren werden weiter unten besprochen werden.

Ein für die bequeme Benutzungj des Mikrosko-
pes sehr wesentlicher Theil, welcher edoch sehr häu-
fig auf eine ganz zweckwidrige Weise eingerichtet ist,
ist der Objecttisch.

Was seine Form betrifft, ob er rund oder vier-
eckig ist, so ist dieses sehr gleichgültig, wenn er nur
groß genug ist. In dieser Beziehung wird dagegen
sehr häufig dadurch gefehlt, daß er zu klein gemacht
wird. Unter 2½ bis 3″ Durchmesser sollte er nie
haben, sonst ist man immer gehindert, Glasplatten
von beliebiger Form und Größe aufzulegen, dieselben
zu drehen und dergl. An dem Mikroskope von Go-
ring hat derselbe eine Breite von 5 Pariser Zoll;
dieses schadet zwar nichts, man wird aber doch selten
in den Fall kommen, eine solche Größe desselben
wünschbar zu finden.

Ein zweiter, sehr wesentlicher Fehler vieler Ob-
jecttische besteht darin, daß die Fläche derselben nicht
ganz eben ist, sondern daß auf derselben Federklam-
mern, Schraubenköpfe und dergl. vorstehen u. s. w.
Solche Fehler finden sich sogar an Mikroskopen der
besten Art, wie an denen von Plössl (Fig. 70, r,
Fig. 84, r). Will man Federklammern anbringen, so
müssen sie in Löcher des Objecttisches eingesteckt sein
und durch einen leichten Druck entfernt werden kön-
nen (Fig. 85 und 86).

Will man das Mikroskop zur Beleuchtung opa-
ker Objecte mittelst des Lieberkühn'schen Spiegels
benutzen, so muß die Oeffnung des Objecttisches
mindestens 1 Zoll im Durchmesser haben, um einen
breiten Lichtbündel mit dem Spiegel aufwärts werfen
zu können. Eine solche große Oeffnung ist für die
gewöhnliche Benutzung nicht ganz bequem, indem man
genöthigt ist, zum Auflegen der Objecte große, oder
wenigstens lange Gläser zu benutzen und hauptsäch-
lich deßhalb, weil sie die Anbringung einer drehbaren

scheibenförmigen Blendung erschwert. Will man daher den Lieberkühn'schen Spiegel nicht benutzen, so bringt man am besten im Objecttische eine Oeffnung an, die nicht viel größer, als das Gesichtsfeld des schwächsten Objectives ist, wo sie selten über $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser erhalten wird, oder man verschließt für den gewöhnlichen Gebrauch die Oeffnung theilweise.

Passend ist es, den Objecttisch nicht aus einer glänzenden Messingplatte zu machen, indem bei schwachen Vergrößerungen durch einen glänzenden Tisch leicht falsches Licht in's Mikroskop geworfen wird, sondern denselben schwarz anzustreichen, oder, wie bei den Oberhäuser'schen Mikroskopen, eine mattgeschliffene schwarze Glasplatte in denselben einzusetzen, was noch den weitern Vortheil hat, daß Verunreinigung desselben mit Säuren nichts schadet.

Mohl hat oben darauf hingewiesen, daß die Anwendung des Schraubenmikrometers ihre Sicherheit verliert, wenn der Objecttisch beweglich ist, und daß sich leicht am feststehenden Objecttische eine Vorrichtung zur feinen Einstellung anbringen lasse. Er ließ zu diesem Behufe eine Messingplatte (Fig. 87, b, Fig. 88, b), welche in ihrer Form mit dem Objecttische (a) übereinstimmt, durch zwei starke Schrauben an ihrem hintern Ende auf den Objecttisch aufschrauben und ließ am vordern Ende des letzteren von unten her eine kurze Mikrometerschraube (Fig. 88, f) durch denselben durchgehen, welche, wenn sie über die obere Fläche des Tisches vorgeschraubt wird, jene Messingplatte und mit ihr das auf ihr liegende Object in die Höhe hebt. Wenn die Platte nicht zu dünn ist (ich gab ihr zwei Millim. Dicke), so federt sie hinreichend stark, um jeden todten Gang der Mikrometerschraube aufzuheben und bei'm Auf- und Abwärtsschrauben eine sehr feine Einstellung zu gestat-

ten, so daß ich diese Einrichtung bequemer, als alle andern mir bekannten finde.

Der dritte, wichtige Theil, welcher gewöhnlich am Stative angebracht wird, ist der Beleuchtungsapparat, wenigstens so weit er zur Beleuchtung durchsichtiger Körper mittelst reflectirten Lichtes dient. Da über die Beleuchtung in einem besonderen Capitel ausführlicher gehandelt werden wird, so werde ich hier nur die am gewöhnlichsten angewendeten Vorrichtungen besprechen.

Der wesentlichste Theil des Beleuchtungsapparates besteht in einem unter dem Objecttische befindlichen, in jeder Richtung beweglichen Spiegel, mittelst dessen das Licht des Himmels, oder auch künstliches Licht aufgefangen und durch das Object in's Mikroskop reflectirt wird. Je vollkommener der optische Theil des Mikroskopes ist, desto weniger Sorgfalt kann auf den Beleuchtungsapparat verwendet werden, und umgekehrt, und wenn auch die Leistungen des besten Mikroskopes zu einem guten Theile von der Einrichtung des Beleuchtungsapparates abhangen, so ist es doch für die neueren achromatischen Mikroskope eine übertriebene Forderung, wenn Brewster verlangt, daß der Beleuchtungsapparat eines Mikroskopes die gleiche Vollendung, wie sein optischer Theil, erfordert.

Bei den meisten Mikroskopen ist zur Beleuchtung ein Concavspiegel verwendet. Durch einen solchen wird allerdings ein intensiveres Licht als durch einen Planspiegel erhalten, allein bei schwachen Vergrößerungen ist das Licht zu stark und muß beschränkt werden, und bei starken Vergrößerungen erhält man, wenigstens wenn man keine weiteren Vorrichtungen anbringt, ein weniger schönes Bild, als durch einige andere gleich zu besprechende Vorrichtungen. Die Physiker verlangen, daß der Concavspiegel in die Ent-

fernung vom Objecttische gestellt werde, daß sein Focus in die Fläche, in welcher das Object liegt, fällt, so daß das Licht, mittelst dessen wir das Object sehen, von diesem selbst auszustrahlen scheint. Ich bin weit entfernt, die Richtigkeit dieser Forderung von theoretischer Seite aus anzugreifen, muß aber gestehen, daß ich auf experimentellem Wege dieselbe nicht zu bestätigen vermochte. Wollte man hingegen anführen, daß dieses nichts gegen jene Regel beweise, sondern nur dafür spreche, daß die von mir verwendeten Amici'schen und Plössl'schen Mikroskope so gut sind, daß sie ungeachtet einer unvollkommenen Beleuchtung doch ein gutes Bild geben, so kann ich nur mit: desto besser! darauf antworten. Das beste optische Instrument ist unser Auge, und mit diesem sehen wir bei der schlechtesten Beleuchtungsart gut: je mehr sich ihm ein Mikroskop in dieser Eigenschaft nähert, desto sicherer und bequemer ist der Gebrauch.

Ein Concavspiegel wirft, wie schon bemerkt, in den meisten Fällen ein zu reichliches Licht in's Auge, wodurch sehr durchsichtige Gegenstände leicht unsichtbar werden und überhaupt das Bild an Schärfe und Schwärze der Umrisse verliert. Es ist deßhalb von der größten Wichtigkeit, das Licht in beliebigem Grade beschränken zu können.

Eine sehr bequeme und, wie es scheint, bei einem guten Mikroskope auch vollkommen ausreichende Vorrichtung besteht in einer drehbaren, unter dem Objecttische angebrachten Scheibe, in welcher sich eine Anzahl von Oeffnungen von abnehmender Größe findet, welche durch die Drehung der Scheibe unter die Oeffnung des Objecttisches gestellt werden können (vergl. Fig. 87, 88, 89 und 90). Wenn die Vorrichtung ihrem Zwecke entsprechen soll, so muß die Anzahl dieser Oeffnungen und der durch dieselben bewirkten Modificationen der Beleuchtung nicht zu klein sein und etwa

8 bis 10 betragen; ferner dürfen die Oeffnungen einander nicht zu nahe stehen, sondern sie müssen so weit von einander abstehen, daß, wenn die eine zur Seite gedreht wird, das ganze Gesichtsfeld des Mikroskops vollkommen dunkel ist, ehe die nächste Oeffnung erscheint. Dieses ist bei der in Fig. 88 abgebildeten der Fall, dagegen ist die auf Fig. 87 und 89 nach Chevalier abgebildete ganz schlecht.

Eine Vorrichtung, welche denselben Zweck auf eine in mancher Beziehung noch vollständigere Weise erfüllt, besteht in der Anwendung von beweglichen Blendungen (Fig. 71), welche in senkrechter Richtung durch einen Trieb oder einen Hebel (Fig. 73, t) dem Objecte genähert, und von demselben entfernt werden können. Ueber die Unterschiede zwischen diesen Methoden wird im Capitel von der Beleuchtung näher die Rede sein.

Der Concavspiegel wird in der neueren Zeit (z. B. bei den meisten englischen, bei den Amici'schen Mikroskopen) auf eine sehr zweckmäßige Weise durch einen Planspiegel und eine zwischen dem Spiegel und dem Objecte befindliche Sammellinse (Fig. 75 und Fig. 72, Fig. 91, t) ersetzt, welche letztere sich auf- und abwärts bewegen und zur Seite schieben läßt. Diese Linse concentrirt die vom Planspiegel kommenden Parallelstrahlen auf dieselbe Weise auf dem Objecte, wie ein Concavspiegel; ist das Licht zu stark, so dreht man die Linse zur Seite und hat nun die schwächere Beleuchtung des Planspiegels, oder man bewegt die Linse abwärts, bis die gehörige Schwächung des Lichtes erzielt ist. Auch ist zweckmäßig, über der Linse noch eine zur Seite zu schiebende Blendung (Fig. 91, v) anzubringen, um auch durch diese das zu starke Licht schwächen zu können. Bringt man bei diesem Beleuchtungsapparate noch die dreh-

bare Scheibe unter dem Objecttische an, so entspricht er allen Anforderungen; wenigstens findet man nicht, daß die Anwendung des Dujardin'schen Apparates große Vortheile vor dem eben beschriebenen voraus hat. Von diesem und einigen andern Beleuchtungsapparaten wird in dem von den Nebenapparaten handelnden 4. Capitel die Rede sein.

Es ist nicht unzweckmäßig, wie oben bei'm einfachen Mikroskope, so auch hier, die Beschreibung und Zeichnung einiger Stative zu geben.

Stativ von Plössl. Der Fuß (Fig. 70, b, b) besteht aus drei Armen, von welchen der mittlere an die scheibenförmige Basis der Säule unbeweglich augeschraubt ist, die seitlichen sich um eine starke Schraube seitwärts und rückwärts drehen lassen, bis die Füße unter gleichen Winkeln von einander abstehen, in welcher Lage die seitlichen an einen Stift **c** anstoßen, welcher ihre weitere Bewegung nach rückwärts hindert. Die Säule **a** ist dreieckig, in ihre hintere Seite ist die gezähnte Stange des Triebes **e** eingelassen. Die Mikroskopröhre f kann in der Mitte auseinander geschraubt werden, um an dieser Stelle ein rechtwinkliges Prisma (wie bei dem Amici'schen Mikroskope Fig. 92) einzusetzen. Oben ist in der Röhre ein röhrenförmiger Ansatz **h** eingeschraubt, in welchen die in eine cylindrische Röhre **i** gefaßten Oculare eingesteckt werden. Wenn dem Objecttische eine feine Bewegung ertheilt ist, so ist derselbe an einer auf der Säule verschiebbaren Hülse **k** befestigt. An dieser findet sich ein seitlicher Fortsatz (Fig. 81, **h**), welcher eine cylindrische Oeffnung besitzt, durch welche die Mikrometerschraube **c**, **c** läuft. Diese Schraube läuft mit ihrem untern Ende durch einen zweiten, an der Säule befestigten Fortsatz **d**, gegen welchen sich eine Spiralfeder f stemmt, deren anderes Ende auf dem vorspringenden Kopfe der Mikrome-

terschraube abwärts zu drücken strebt. Das obere Ende der Mikrometerschraube läuft durch ein auf das Ende der Säule aufgeschraubtes Stahlplättchen **b**, auf welchem sich die Schraubenmutter **g** aufstützt. Bei'm Anziehen der Schraubenmutter wird die Mikrometerschraube in die Höhe gehoben, bei'm Nachlassen der ersteren dagegen durch die Feder **f** abwärts gezogen. Die Verbindung der Mikrometerschraube mit dem Objecttische wird durch eine gabelförmige Klammer **e** vermittelt, durch deren Arme die Mikrometerschraube durchläuft, und deren Stellschraube sich auf den an der Hülse **k** befindlichen Fortsatz aufstemmt. Bei dem Anziehen dieser Stellschraube wird durch Vermittlung der Klammer die Mikrometerschraube auf die äußere Seitenwandung der in dem Fortsatze **h** befindlichen Oeffnung angedrückt, und es muß nun die Hülse **k** und der an ihr befestigte Objecttisch den Bewegungen der Mikrometerschraube folgen. Die Beschreibung des Objecttisches wird bei den Nebenapparaten folgen. Der Concavspiegel **d** ist auf dem mittleren Fuße befestigt, und sowohl um seine senkrechte, als um seine horizontale Achse drehbar. Wenn das Mikroskop in beliebiger Richtung schief oder horizontal soll gestellt werden können, so befestigt Plössl die dreieckige Säule **a** nicht unmittelbar am Fuße, sondern auf analoge Weise, wie bei dem in Fig. 70 abgebildeten Mikroskope vermittelst eines Charniers auf einer kürzeren mit dem Fuße in Verbindung stehenden Säule.

Eine analoge Einrichtung hat das Stativ der Schiek'schen Mikroskope.

Zweckmäßig an diesem Stative ist die große Einfachheit und die Einrichtung des Fußes. Dagegen ist aus den oben angeführten Gründen die Beweglichkeit des Objecttisches verwerflich; sie ist überdies völlig unnöthig, indem sie durch den Mohl'schen,

auf Fig. 88 abgebildeten, Objecttisch vollkommen ersetzt wird. Unbequem ist die bedeutende Höhe des ganzen Instrumentes, welche daraus hervorgeht, daß die Zeichnung dasselbe in der Hälfte seiner wahren Größe darstellt, und daß die (nur theilweise gezeichnete) Röhre mit dem Oculare $9\frac{1}{2}$ par. Zoll Länge hat.

Stativ von Amici. Die auf einem dreiarmigen Fuße stehende Säule (Fig. 75 a, Fig. 82 a) ist viereckig. Die zu dem Triebe g gehörige gezähnte Stange ist in die vordere Seite der Säule eingelassen. Am obern Ende der Säule ist ein starker horizontaler Arm k aufgeschraubt, in dessen vorderes Ende die Mikroskopröhre mittelst einer Bajonettverbindung eingesetzt ist. Zu diesem Behufe findet sich an dem untern Ende der Mikroskopröhre ein conischer Ansatz, welcher in eine entsprechende Oeffnung des Armes k paßt. Auf die untere Seite des conischen Ansatzes ist ein kreisförmiges Messingplättchen (Fig. 75, l, Fig. 75ᵃ l) aufgeschraubt, welches zwei einander gegenüberstehende lappenförmige Anhänge besitzt. Diese gleiten bei'm Einsetzen der Mikroskopröhre in den Arm k durch zwei rinnenförmige Vertiefungen (Fig. 75ᵃ, l), welche in die Seidenwandungen der conischen Oeffnung des Armes k eingefeilt sind, durch und greifen, wenn nach dem Einsetzen der Röhre dieselbe um ihre Achse gedreht wird, über den Rand der Oeffnung des Armes k (Fig. 75ᵃ) über und halten dadurch die Röhre in ihrer Lage fest. Die Mikroskopröhre kann in der Mitte auseinandergeschraubt werden, um zwischen ihre beiden Theile m und n ein rechtwinkliches Prisma (Fig. 92, s) einzusetzen. In die Ocularröhre o ist das Collectivglas q eingeschraubt; in ihr ist die Röhre p, welche die Ocularlinse r enthält, verschiebbar. An der Mikroskopsäule a ist die Hülse (Fig. 75, a', Fig. 83, a') durch den Trieb g verschiebbar. Auf der hintern Seite der

Hülse ist die Platte b (Fig. 75, 82, 83) unbeweglich aufgeschraubt. An dem untern Ende dieser Platte springt nach hinten zu die Schraubenmutter (Fig. 75, h, Fig. 82, h) der Mikrometerschraube i vor. Auf der hintern Seite der Platte b befindet sich eine zweite Platte (Fig. 75, c, Fig. 82, c, Fig. 83, c), welche auf- und abwärts durch die Mikrometerschraube verschoben werden kann. Diese Platte c ist an ihrem untern Ende zur Aufnahme der Mikrometerschraube und ihrer Mutter (Fig. 82, h) gabelförmig ausgeschnitten und besitzt in ihrem mittleren Theile einen langen Ausschnitt, dessen seitliche Ränder schwalbenschwanzförmig schief abgeschnitten sind. (Fig. 82, c′ c′, Fig. 83, c). In diesen Ausschnitt paßt ein entsprechend geformtes, kürzeres, ebenfalls mit schiefen Seitenflächen versehenes Metallstück (Fig. 75, d, Fig. 82, d, Fig. 83, d.), welches mittelst zweier Zug- und einer Druckschraube auf der Platte b befestigt ist, und welches für die Verschiebung der Platte c die Leitung abgiebt. An die Seitenflächen der Platte c sind an ihrem obern Ende zwei Metallplättchen (Fig. 75, e, Fig. 82, e) aufgeschraubt, welche den Objecttisch f tragen. Der Beleuchtungsapparat besteht aus zwei Theilen, welche eine von einander unabhängige Bewegung haben. Der erste Theil besteht in einem Planspiegel, welcher an einem zweimal knieförmig gebogenen, in den Biegungen in Zapfen drehbaren Arme (dessen Construction aus der Zeichnung Fig. 75 am besten erhellen wird) befestigt ist und dadurch eine starke seitliche Stellung zuläßt. Der zweite Theil wird von einer planconvexen Beleuchtungslinse (Fig. 75, u) gebildet, deren Fassung (Fig. 75, t, Fig. 91, t) mittelst einer federnden Hülse (Fig. 75, w) an einem am Objecttische befindlichen Stäbchen auf- und abwärts verschoben und zur Seite gedreht werden kann. Auf der obern Seite

der Fassung dieser Linse befindet sich eine Blendung (Fig. 75, v, Fig. 91, v), welche, wenn volles Licht gegeben werden soll, zur Seite gedreht wird und sich, wenn sie über die Linse geschoben wird, mit einem kleinen Ausschnitte (Fig. 91*) an den Schraubenknopf ** anlegt.

Zu rühmen ist an diesem Stative die Compendiosität (die Zeichnung ist in der Hälfte der wahren Größe entworfen), die Beweglichkeit des Spiegels, die Anbringung der Beleuchtungslinse, die Drehbarkeit der Mikroskopröhre um ihre eigene Achse. Zu tadeln ist dagegen, daß der Objecttisch und nicht die Röhre beweglich ist; dagegen ist zuzugeben, daß die Art, wie die grobe und die feine Bewegung am Objecttische combinirt sind bei'm Gebrauche des Instrumentes sehr bequem ist. Die Ausführung dieser ganzen Einrichtung ist sehr sorgfältig; dessenungeachtet hat sie viel zu wenig Stabilität, um mittelst eines auf dem Objecttische angebrachten Schraubenmikrometers eine nur irgend brauchbare Messung vornehmen zu können.

Großes Mikroskop von Oberhäuser. Der Fuß (Fig. 73, a a) besteht aus einer schweren, mit Blei ausgegossenen Trommel, auf welche eine cylindrische, vorn von einer großen viereckigen Oeffnung durchbrochene Röhre (b b) aufgeschraubt ist. Der sehr große Objecttisch (c c) ist um seine Achse drehbar, indem die mit demselben verbundene Scheibe r in einer runden Oeffnung der obern Wandung der Röhre b b läuft. In den Objecttisch ist auf seiner obern Seite eine Platte von schwarzem, mattgeschliffenem Glase eingelassen. Derselbe ist vollkommen eben, indem die Federklammern (Fig. 85, 86) nur leicht in Löcher, die sich an seinem Rande befinden, eingesteckt werden und augenblicklich zu entfernen sind. Auf einem seitlichen Vorsprunge des Objecttisches ist

die Säule d festgeschraubt. Dieselbe ist cylindrisch und über derselben ist die genau eingeschliffene Hülse e verschiebbar. Diese Hülse wird durch eine starke Spiralfeder, welche in der Höhlung der Säule d enthalten ist und sich gegen den Kopf k der Hülse stemmt, in die Höhe gedrückt. In diesem Kopfe k ist die Mikrometerschraube i befestigt, deren anderes Ende auf der untern Seite des Objecttisches vorsteht. Durch Anziehen der Mutter l wird die Mikrometerschraube und mit ihr die Hülse e und damit das ganze Mikroskop abwärts gezogen; bei'm Zurückdrehen der Schraubenmutter werden diese Theile durch die Spiralfeder wieder in die Höhe gehoben. Den Bewegungen der Schraubenmutter ist dadurch eine Grenze gesetzt, daß in ihrem Innern eine Höhlung ist, in welche das Ende der Mikrometerschraube hineinragt, auf welches Ende eine kleine Scheibe m aufgeschraubt ist, welche verhindert, daß die Mutter von der Mikrometerschraube abgeschraubt werden kann, und umgekehrt dadurch, daß sie auf den Boden der Höhlung aufstößt, das zu tiefe Abwärtsschrauben der Mikrometerschraube hindert. Die Drehung der Hülse e in horizontaler Richtung um die Säule d ist dadurch verhindert, daß ein Theil der letzteren (h) ausgeschnitten und durch die Schrauben g, g an die Hülse befestigt ist, somit als Schieber wirkt und nur eine Bewegung in senkrechter Richtung zuläßt (vergl. Fig. 93, welche diesen Theil im Querschnitte darstellt). An der Hülse e ist durch den Arm f die vorn aufgeschnittene und daher federnde Hülse n befestigt, in welcher sich die Mikroskopröhre o verschieben läßt.

Der Beleuchtungsapparat besteht aus folgenden Theilen. Dem Ausschnitte der Röhre b b gegenüber steht der nur um seine horizontale Achse durch den Kopf und drehbare Spiegel. In der Spiegel=

fassung befindet sich auf der einer Seite ein Concav-, auf der andern ein Planspiegel.

In die Oeffnung des Objecttisches ist eine cylindrische, genau ausgeschliffene Röhre q, die sich in genau senkrechter Richtung auf- und abschieben läßt und welche dazu bestimmt ist, Blendungen (Fig. 71) von verschiedener Weite, oder einen Dujardin'schen Beleuchtungsapparat (Fig. 94) aufzunehmen. Diese Röhre q endigt sich nach unten in einen horizontalen, vorstehenden Rand, welcher zwischen die zwei Platten einer ringförmigen, in der Mitte durchbrochenen Capsel (Fig. 73, s, Fig 95, s, s) aufgenommen ist und zwischen denselben einen gewissen Spielraum zur Bewegung in horizontaler Richtung findet. Diese ringförmige Capsel ist zwischen zwei Spitzen (Fig. 95, w, w) nach Art eines Compasses in einem Ringe, welcher die Mitte eires Hebels (Fig. 95, t, Fig. 73, t) bildet, aufgehängt. Das eine Ende des Hebels ist (Fig. 73, v) auf der einen Röhre b b befestigt, das andere Ende ragt aus einer Spalte auf der entgegengesetzten Seite hervor und wird in der Stellung, die man ihm giebt, durch eine am Rande der Spalte sich reibende Feder (Fig. 95, t') gehalten. Durch Hebung und Senkung dieses Hebels wird die Büchse s, welche um ihre Aufhängepuncte in horizontaler Richtung drehbar ist und sich deshalb immer in horizontaler Richtung halten kann, auf- und abwärts bewegt; dieser Büchse muß die Röhre q und die in ihr eingesetzte Blendung folgen, und es muß diese Röhre wegen der Leitung, die sie in der Röhre p erhält, und bei der Beweglichkeit, welche ihr vorspringender Rand in horizontaler Richtung in der Büchse s besitzt, in senkrechter Richtung auf- und abwärts steigen, ungeachtet die Büchse s durch den Hebel in einem Kreisbogen bewegt wird.

Dieses Mikroskopstativ gehört zu den vollkommensten, die es giebt. Für ein Reisemikroskop ist

es etwas schwer, desto besser paßt es dagegen für ein Standmikroskop, indem der schwere Fuß es eigentlich unmöglich macht, daß dasselbe durch Zufall umgeworfen wird. Der Objecttisch ist bei seiner bedeutenden Größe (die Zeichnung ist in der Hälfte der wahren Größe entworfen), und da er mit schwerem Glase bedeckt ist, vortrefflich; die Möglichkeit, denselben um seine Achse zu drehen, ist in manchen Fällen sehr bequem. Oberhäuser giebt zwar seinen Mikroskopen keinen Schraubenmikrometer bei, allein es wäre ein solcher, ungeachtet dieser Bewegung des Objecttisches, wohl anzubringen, indem das Mikroskop gegen den Objecttisch unveränderlich feststeht und sich mit ihm bewegt. Die Bewegung der Blendungen und des Dujardin'schen Beleuchtungsapparates durch die Hebelvorrichtung ist sanft und bequem und läßt jede Modification des Lichtes zu.

Die angegebenen Eigenschaften begründen sehr wesentliche Vorzüge des Statives. Dagegen ist es von Mängeln nicht frei. Dahin ist gerechnet, daß weder der Spiegel noch der übrige Theil des Beleuchtungsapparates seitwärts verstellbar ist, was unmöglich macht, das Licht in schiefer Richtung in's Mikroskop zu werfen. Zweitens ist es unbequem, daß die Blendungen von oben her durch die Oeffnung des Objecttisches in die Röhre q eingesetzt werden; man muß deßhalb, wenn die Blendung mit einer engeren oder weiteren verwechselt werden soll, das Object entfernen, was das Wiederauffinden eines bestimmten Theiles desselben erschwert und oft unmöglich macht. Es ist dieses ein sehr wesentlicher Nachtheil und würde entweder die mechanische Einrichtung so modificiren, daß die Blendungen unterhalb des Objecttisches eingesetzt werden können, oder man würde diese beweglichen Blendungen verlassen und zu der früher von Oberhäuser gewählten Einrichtung

zurückkehren müssen, nach welcher er an einer über die Scheibe r von unten her an die Decke der Röhre b b aufgeschraubten Capsel eine drehbare Scheibe anbrachte, welche mit einem Theile ihres Umfanges durch eine horizontale Spalte der Röhre b b hervorsah. Oberhäuser fehlte nur darin, daß er zu wenige Oeffnungen (nämlich drei) in dieser Scheibe anbrachte. Daß die Mikroskopröhre in der Hülse n verschiebbar ist und nicht durch einen Trieb (welcher übrigens leicht anzubringen wäre) bewegt wird, ist ebenfalls aus den oben bemerkten Gründen nicht zweckmäßig.

Kleines Mikroskop von Oberhäuser. Der Fuß (Fig. 75, a.), die Röhre b und die Anbringung des Spiegels l weichen, abgesehen von den Dimensionen, nicht sehr wesentlich vom vorhergehenden Instrumente ab. Dagegen ist der Objecttisch wesentlich anders gebaut. Derselbe (Fig. 75, d, Fig. 96, d) hat nämlich die Form eiens Parallelogramms, ist nicht horizontal drehbar, besitzt aber eine feine Bewegung aufwärts und abwärts. Auf der Röhre b befindet sich eine Platte c unbeweglich befestigt; auf der andern Seite dieser Platte findet sich auf der einen Seite eine Röhre (h), die sich nach unten in einen horizontalen Vorsprung endigt. In dieser Röhre schiebt sich eine genau eingeschliffene zweite Röhre g, welche mit dem Objecttische verbunden ist und den Träger desselben bildet, auf und ab. Diese Röhre g wird durch eine Mikrometerschraube bewegt, deren Mutter sie bildet, und welche mit einem vorspringenden Rande sich auf die horizontale Ausbreitung der Röhre h aufstemmt, so daß durch dieselbe die Röhre g herabgezogen werden kann. Diese Mikrometerschraube wird dadurch in ihrer Lage erhalten, daß über ihren vorspringenden Rand eine Capsel i auf die Ausbreitung der Röhre h aufgeschraubt

ist, wodurch sie in den Stand gesetzt ist, wenn sie links gedreht wird, die Röhre g in die Höhe zu schieben. Die Drehung der Schraube wird durch einen geränderten Kopf k hervorgebracht, welcher an einem durch die Capsel i hervorragenden Fortsatze der Schraube befestigt ist. Daß die Röhre g und mit ihr der Objecttisch d durch die Schraube bloß in senkrechter Richtung bewegt, aber nicht in horizontaler Richtung verschoben werden kann, wird durch einen am andern Ende des Objecttisches befindlichen Stift e bewirkt, welcher durch eine Oeffnung der Platte c seine Leitung erhält. Der Bewegung des Objecttisches nach oben ist durch einen zweiten, mit einem Kopfe versehenen Stift f eine bestimmte Grenze gesetzt. Der Beleuchtungsapparat ist sehr einfach; er besteht aus einem Concavspiegel l und einer drehbaren Scheibe m mit drei Oeffnungen. Der obere Theil des Mikroskopes ist an dem bisher beschriebenen durch ein zweimal knieförmig gebogenes Metallstück (Fig. 75, r, Fig. 95, r,) befestigt und besteht aus einer kurzen Röhre n, auf welcher eine federnde Hülse o aufsitzt, in welcher die Röhre sich auf und ab schiebt. Die letztere besteht aus zwei nach Art eines Zugfernrohres sich in einander schiebenden Stükken p und q.

Bei diesen kleinen Instrumenten ist zwar die Compendiosität sehr zu loben, weßhalb sie auf Reisen sehr bequem sind; allein dieser Vortheil ist dennoch durch eine unvollkommene Art der Beleuchtung und durch eine in vielen Fällen nicht ganz zureichende Größe des Objecttisches etwas theuer erkauft. Mohl hat es daher bei einem Mikroskopstative, welches er nach diesem Vorbilde anfertigen ließ, und welches er vielfach gebrauchte, für vortheilhaft gehalten, dem Objecttische eine bedeutendere Größe zu geben, und die Anzahl der Oeffnungen in der Blendung zu vermehren.

Das Stativ von Goring. Dieses unter dem Namen von Goring's operative aplanatic engiscope beschriebene Instrument besitzt eine colossale Größe, wie aus der Abbildung auf Fig. 72 erhellt, welche dasselbe in $\frac{1}{4}$ der wahren Größe darstellt. Der dreiarmige Fuß ist zum Zusammenlegen eingerichtet; damit er unter dem Gewichte des Instrumentes nicht federe, ist unter der Säule eine Schraube f angebracht, welche als vierter Fuß dient. Die Säule besteht aus zwei in einander verschiebbaren Röhren (a und b). Der Kopf der letzteren enthält ein Kugelgelenk, welches durch die mit einem Hebelhandgriffe versehene Schraube b zusammengepreßt werden kann. Der an der Kugel dieses Gelenks befindliche Fortsatz c′ trägt das ganze Instrument mittelst einer an demselben befestigten cylindrischen Röhre c, deren unteres Ende sich in einen Fortsatz endigt, welcher in eine Oeffnung im mittleren Fuß aufgenommen ist, wenn die Röhren a und b zusammengeschoben sind. An dieser Säule c sind mittelst gespaltener und durch Schrauben festzuklemmender Hülsen der Spiegel v und eine Beleuchtungslinse t befestigt; eine dritte Linse trägt einen Fortsatz u, an welchen der Objecttisch angeschraubt werden kann. Diese Theile können sämmtlich mittelst der Hülsen auf die Seite gedreht oder ganz entfernt werden. Am obern Ende der Säule befindet sich der Objecttisch s, welcher an einen Fortsatz des Stückes c′ aufgesteckt (d′) und durch eine Stellschraube festgestellt ist. In der Säule c ist die mit abgestumpften Kanten versehene *) dreieckige Stange d durch den Trieb e verschiebbar. Die gezähnte Stange ist in die gegen den Objecttisch ge-

*) Die englischen Mechaniker ziehen diese Form der vollkommen dreieckigen, wie sie bei uns gewählt wird, meistens vor, weil die letztere bei gleichem Raume, den sie einnimmt, weniger Masse und Festigkeit besitzt.

wendete Seite der Stange d versenkt und die letztere erhält ihre Leitung durch zwei mit dreieckigen Oeffnungen versehene Metallplatten, von denen die eine bei e, die andere auf dem obern Ende des Kopfes der Säule c sich befindet. Die Stange d trägt oben ein Rad, in dessen Peripherie m ein Schraubengewinde eingeschnitten ist, in welches eine Schraube ohne Ende l eingreift. Die letztere kann durch den mit einer Stellschraube versehenen Schieber k an das Rad angedrückt und ausgelös't werden. Ueber dem Rande und mit demselben an einem in die Stange d versenkten Zapfen drehbar befindet sich das Triebwerk i, durch dessen Winde h der horizontalliegende dreieckige Arm g bewegt wird. Dieser trägt auf der einen Seite eine Vorrichtung i', um ein einfaches Mikroskop einzusetzen; auf der anderen wird der Körper des zusammengesetzten Mikroskopes aufgeschraubt. Dieser besteht aus zwei in einander verschiebbaren Röhren n und o; auf die obere werden die Oculare p aufgeschraubt, und wenn das Mikroskop ein aufrechtes Bild geben soll, an dem unteren Ende dieser Röhre (bei o') das in Fig. 111 abgebildete Stück eingesetzt. Nach unten zu endigt sich der Mikroskopkörper in einen cylindrischen Fortsatz, an welchen mittelst der gespaltenen Hülse q die Beleuchtungslinse r zur Beleuchtung opaker Körper befestigt wird. Der Beleuchtungsspiegel v, welcher auf seiner hintern Seite mit Gyps überzogen ist, hat eine elliptische Form und ist um seine kurze horizontale Querachse durch den Kopf x drehbar. Diese Achse ist an dem Bogen w befestigt, der an seinem untersten Theile sich um eine senkrechte Achse dreht; auf diese Weise wird bewirkt, daß, vom Mikroskope aus gesehen, der Spiegel, wenn er schief gestellt wird, kreisförmig erscheint.

Was die Benutzung dieses Stativs anbetrifft, so ist bei senkrechter Stellung des Mikroskopes, wie

sie die Zeichnung darstellt, klar, daß die Bewegung des Mikroskopkörpers nach oben und unten durch den Trieb e geschieht, und daß derselbe durch den Trieb h und durch die Schraube ohne Ende l in jeder beliebigen horizontalen Richtung über dem Objecte hin und hergeführt werden kann. Will man das Mikroskop in horizontaler Richtung gebrauchen, so werden die Röhren a und b auseinander gezogen, dadurch der Zapfen der Röhre c aus dem mittleren Fuße des Stativs herausgezogen, die Schraube des Kugelgelenkes b nachgelassen und durch Drehung der Kugel und des Fortsatzes c′ dem Mikroskope die horizontale Lage ertheilt und dasselbe durch das Anziehen der Schraube b wieder festgestellt. Die Lage des Mikroskopkörpers muß, wenn man bei dieser Stellung durchsichtige Körper mit Hülfe des Spiegels untersuchen will, parallel mit dem Fenster sein, um mit dem Spiegel volles Licht auffangen zu können; will man das directe Licht des Himmels benutzen, so wird der Beobachtungsapparat an der Stange c zur Seite gedreht, und das Mikroskop, wie ein Fernrohr, unter einem Winkel von 45° aufwärts gegen den Himmel gerichtet, was leicht geschehen kann, da das Kugelgelenk ebensowohl die Bewegung nach Art eines Charniers, als auch eine Rotation des Fortsatzes c′ zuläßt. Will man Crystallisationen oder andere Substanzen, die in einer Flüssigkeit in einem gläsernen Gefäße liegen, auf die Weise betrachten, daß man durch den Boden des Gefäßes aufwärts in die Flüssigkeit sieht, so wird das Mikroskop horizontal gestellt und mittelst der endlosen Schraube und des Tisches h unter die Achse des Objecttisches gesenkt, und der letztere um den Zapfen d′ gedreht, bis er eine horizontale Lage hat. Nun wird an das Mikroskop der diagonale Stiefel Fig. 97 angeschraubt, die Oeff-

nung c desselben aufwärts gegen die Oeffnung des Objecttisches gedreht und das Mikroskop mit Hülfe der Schraube ohne Ende und des Rades m (die nun an die Stelle des Triebes e treten) eingestellt. Endlich kann auch das Mikroskop in schiefer Richtung gegen den Objecttisch gerichtet werden, wenn man dasselbe durch Rotation des Armes c' schief stellt und dem Objecttische durch Drehung um den Zapfen d' eine horizontale Lage giebt.

Werfen wir einen Blick auf diesen complicirten Mechanismus, so muß das Urtheil über denselben ganz anders ausfallen, wenn man von den Grundsätzen, die wir oben als maßgebend anführten, ausgeht, als wenn man von Goring's Grundsatze, daß das Stativ jeder Bewegung fähig sein soll, ausgeht. Gebraucht man das Mikroskop in der als normal angenommenen senkrechten Lage, wie es die Zeichnung darstellt, so fällt vor Allem die bedeutende Erhebung des Objecttisches über den Tisch, auf dem das Mikroskop steht, in's Auge, welche nicht weniger als 11 Zoll beträgt, während diese Entfernung bei eben so vollkommener Beleuchtung bei dem Amici'schen Mikroskope auf 5 Zoll reducirt ist und bei einem großen Oberhäuser'schen Instrument bei freilich weniger vollendetem Beleuchtungsapparate nur 3" 2''' beträgt. Diese Höhe ist sehr unbequem. Bei dieser Stellung des Mikroskops ist ferner die Anbringung der Schraube ohne Ende und die horizontale Verstellbarkeit des Armes g nicht bloß vollkommen überflüssig, sondern positiv schädlich, weil diese Vorrichtung bei vielfachem Gebrauche sich ausnützen und schlottrig werden muß. Ungeachtet der ganzen complicirten Einrichtung, welche zwei Triebe, ein Kugelgelenk und eine Rotation durch eine Schraube ohne Ende nöthig macht, fehlt eine Hauptsache, die feine Einstellung, völlig. Dazu kommt noch, daß der

Objecttisch auf eine nichts weniger als solide Weise festgestellt ist. An einem solchen Objecttische würde ich niemals einen Schraubenmikrometer befestigen. Zur Beobachtung bei senkrechter Lage des Mikroskops gehört dieses Stativ unbedingt zu den sehr mangelhaften. Seine Vorzüge liegen daher in der Möglichkeit, dem Mikroskope jede beliebige andere Stellung geben zu können, und man kann nicht läugnen, daß es zu diesem Zwecke ganz gut construirt ist. Die complicirte Einrichtung, welche zur Erreichung dieses Zweckes verwendet wurde, scheint mir aber nicht nöthig zu sein, insoferne mir die oben angeführte Plössl'sche Einrichtung zu diesem Zwecke vollkommen zu genügen scheint, vorausgesetzt, daß man den Spiegel auf die von Amici gewählte Weise an der Säule des Mikroskopes befestigen würde. Da Mohl jedoch der Ansicht ist, daß die von der senkrechten abweichende Stellung nur in selteneren Fällen von wirklichem Nutzen und mit Solidität des Ganzen kaum vereinbar ist, so hält er es nicht für passend, dieselbe bei dem Mikroskope, mit welchem man gewöhnlich beobachtet, anzubringen, sondern würde den Rath geben, sich ein für den speciellen Zweck, den man verfolgt, besonders construirtes Stativ verfertigen zu lassen. Die zwei einzigen Stellungen, welche man dem gewöhnlichen Mikroskope nicht geben kann, und welche das von Goring angegebene zuläßt, sind 1) die schiefe Stellung der Mikroskopröhre gegen den Objecttisch, 2) die Stellung des mit einem diagonalen Stiefel versehenen Mikroskops unter dem Objecttisch. Von der ersteren Stellung zu sprechen, ist kaum der Mühe werth, denn die Fälle, in welchen man irgend einen Nutzen aus derselben ziehen kann, sind äußerst selten, und in den meisten Fällen läßt sich die schiefe Stellung der Mikroskopröhre dadurch ersetzen, daß man unter das Glas, auf welchem

das Object liegt, auf der einen Seite einen Körper unterlegt, so daß es unter dem senkrechten Mikroskope schief zu liegen kommt, oder daß man das Object an einer federnden Zange (Fig. 97[a]) befestigt, mit der es in jede beliebige Lage gebracht werden kann. Die Sache ist aber, wie gesagt, nicht der Rede werth. Als wichtiger kann die Stellung des Objectives unter dem Glase, auf dem das Object sich befindet, betrachtet werden, indem diese Stellung nicht nur, was Goring anführt, die Beobachtung von Crystallisationen erleichtert (denn dieser Gegenstand ist ja zu unbedeutend, um einen besondern Bau des Mikroskops zu rechtfertigen und verlangt auch einen solchen nicht im mindesten), sondern das Objectiv vor den Dämpfen von flüssigen Säuren schützt, das Kochen von Flüssigkeiten während der Beobachtung erlaubt und dergl. Der Schutz des Objectivs gegen Säuren kann auch bei'm gewöhnlichen Mikroskop durch einen Stiefel gewährt werden; das Kochen kann dagegen nur vorgenommen werden, wenn das Mikroskop unter dem Objectträger steht. Deßhalb aber den Bau des Mikroskops zu ändern, scheint höchst unnöthig zu sein; die wenigen Naturforscher, welche solche Operationen vorzunehmen haben, werden besser thun, sich eine besondere, zu diesem Zwecke vollkommen geeignete Vorrichtung machen zu lassen, als am Mikroskope eine zu diesem Zwecke doch nicht vollkommen genügende Einrichtung anzubringen. Verschiedene Untersuchungen erfordern einmal verschiedene Mittel, und der Versuch, das Mikroskop so einzurichten, daß es nicht bloß als anatomischer Apparat, sondern zugleich auch als chemische Kocheinrichtung dienen kann, scheint mir eben so vernünftig zu sein, als wenn ein Astronom seinen Cometensucher als Theaterperspectiv benutzen wollte.

Chevalier's Universalmikroskop. (Nach **Chevalier, des microsc.**, Taf. IV.) Dieselben Zwecke, wie Goring, suchte Chevalier bei der Einrichtung seines Mikroskopstatives zu erreichen. Die Säule des Mikroskops (Fig. 79, c. c) wird auf den Kasten festgeschraubt. Sie endigt sich nach oben in ein Charniergelenk e, durch welches mit ihr unter rechtem Winkel ein Metallstück e' verbunden ist, an welches nach unten eine zweite Säule f angeschraubt ist, deren unteres Ende mit der Hauptsäule c durch eine abzuschraubende Klammer g in Verbindung steht. Diese Säule f trägt den Beleuchtungsapparat und den Objecttisch. Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem durch einen Trieb n beweglichen, an einem horizontalen, um seine Achse drehbaren Arme befestigten Concavspiegel h, auf dessen Rückenfläche ein Planspiegel i befestigt ist. Der Objecttisch Z besitzt eine grobe Bewegung durch den Trieb m, und eine feine durch die Mikrometerschraube q; unter demselben befindet sich als Blendung eine drehbare Scheibe v und eine Beleuchtungslinie p.

Die Mikroskopröhre ist mit dem Metallstücke e' durch ein Charniergelenk c' mittelst eines zweiten Metallstückes a (welches mittelst Drehung um einen in der Zeichnung nicht ausgedrückten Zapfen auch eine Bewegung der Röhre in horizontaler Richtung zuläßt) verbunden und besteht aus zwei durch einen Trieb u in einander verschiebbaren Röhren r und t.

Die verschiedenen Lagen, welche dem Mikroskope gegeben werden können, sind folgende.

Um das Mikroskop in horizontaler Lage bei der Beleuchtung mittest reflectirten Lichtes zu gebrauchen, wie dasselbe Fig. 79 darstellt, wird die Säule f in Verbindung mit der Säule c und das Metallstück e' in horizontaler Lage gelassen, die Mikroskopröhre in dem Charnier c' rückwärts umgelegt und zwischen

der Röhre t und dem Ocular s ein großer Schirm von schwarzer Pappe z angebracht, um fremdes Licht vom Auge abzuhalten. An das untere Ende der Mikroskopröhre wird ein cylindrisches Stück w angesetzt, in welchem ein rechtwinkliches Prisma durch die Schrauben b befestigt ist, und welches unter rechtem Winkel die Röhre x trägt, an welcher die Objective y befestigt werden.

Soll das Mikroskop in senkrechter Richtung bei Beleuchtung mittelst reflectirten Lichtes benutzt werden (Fig. 76), so wird die Röhre in dem Charniere c′ aufwärts geschlagen, das Prisma mit dem Ansatze w x abgenommen, und es werden die Objective unmittelbar an die Mikroskopröhre befestigt.

Sollen endlich chemische Operationen, Kochungen ꝛc., welche von unten her betrachtet werden sollen, vorgenommen werden, so wird, wie Fig. 78 und 80 zeigen, die Mikroskopröhre horizontal gestellt, der Ansatz, welcher das Prisma enthält, so gedreht, daß die Objective aufwärts sehen, es wird über die Röhre x, an welcher die Objective befestigt sind, ein Ring d geschoben, welcher eine senkrechte Stange f′ trägt, an welcher in der Ordnung von oben nach unten ein an einer Hülse verschiebbarer Spiegel g eine ebenfalls an einer Hülse befestigte drehhare, als Blendung dienende Scheibe h und ein durch einen Trieb k verstellbarer Objecttisch i befestigt sind. Auf letzteren werden die Glasgefäße (Fig. 78, o), in welchen die chemischen Operationen vorgenommen werden sollen, gestellt. Soll in denselben gekocht werden, so wird (Fig. 78) auf dem Objecttische eine Metallplatte befestigt, welche an beiden Enden an zwei kleinen Stangen l, l mittelst federnder Hülsen n befestigte kleine Lampen m, m trägt.

Gegen dieses Stativ möchte so ziemlich dasselbe einzuwenden sein, was gegen das Goring'sche

spricht. Es leidet an zu großer Complication, durch welche kein erheblicher Nutzen erzielt wird. Unzweckmäßig finde ich außerdem die Anbringung von zwei Charniergelenken, welche, namentlich bei der Stellung der Theile, wie sie Fig. 77 darstellt, einen festen, ruhigen Stand des Ganzen unmöglich machen. Vollkommen überflüssig und unpassend ist die Anbringung einer Drehaxe an dem Metallstücke a. Es ist bei diesem Stative so ziemlich Alles geschehen, was geschehen konnte, um ihm die zum bequemen Gebrauche passende Einfachheit und zu sicherer Benutzung dienende Solidität zu rauben.

Würde mich Jemand fragen, sagt Hr. v. Mohl, welche Einrichtung ich einem Mikroskopstative geben würde, so wäre meine Antwort diese: Ich würde als Fuß die Oberhäuser'sche Trommel benutzen, auf dieser eine starke Säule befestigen, an deren unterem Ende nach der Weise von Amici der Beleuchtungsspiegel, und an deren oberem Ende mein in Fig. 87 und 88 abgebildeter Objecttisch unbeweglich befestigt wäre. Auf der untern Seite des letzteren würde ich die Amici'sche Beleuchtungslinie anbringen. In der Säule würde ich durch einen Trieb eine Stange verschieben, deren oberes Ende einen starken horizontalen Querarm tragen würde, in welchen mittelst der Amici'schen Bajonettverbindung die Mikroskopröhre eingesetzt wurde. Wollte man bei gewissen Beobachtungen die drehbare Scheibe durch den Dujardin'schen Beleuchtungsapparat oder durch die Oberhäuser'schen beweglichen Blendungen ersetzen, so könnte dieses ohne Berührung des Objectes dadurch geschehen, daß der Schieber e, an welchem die Scheibe befestigt ist, entfernt und durch analoge Schieber, an welchen die genannten Apparate befestigt wären, ersetzt würde.

Mikroskop von Schiek in Berlin. (Fig. 95). Der Fuß A besteht aus drei Metallstäben, welche bei'm Einpacken des Instrumentes zusammengeschlagen werden können. Vom Fuße geht eine Säule a aus, an welche der Objecttisch E unbeweglich befestigt ist; er hat an seiner untern Seite eine bewegliche Blendung e'. Der Spiegel I ist doppelt, auf der einen Seite ein Planspiegel, auf der andern Seite ein Hohlspiegel. Von der Säule a geht eine prismatische Metallstange a' aus, an welcher der Körper des Mikroskopes B durch ein Getriebe x auf- und abbewegt wird. Alle Schiek'schen Mikroskope haben bloß eine grobe Bewegung, die feine fehlt. Auf Verlangen wird das Gestell a gebrochen, so daß der Körper und Objecttisch nicht nur vertical, sondern auch schief und horizontal gestellt werden können. — Die Schiek'schen Mikroskope haben einen bedeutenden Ruf. Der berühmte Ehrenberg arbeitet damit und hat viel zu ihrer Vervollkommnung beigetragen. Sie haben einen möglichst einfachen Bau, um sie so wohlfeil, als möglich, herstellen zu können.

Wir beschreiben nun endlich noch mehre und vorzügliche zusammengesetzte Mikroskope berühmter englischer Künstler.

Portables Mikroskop von Powell und Lealand.

Dieses sehr zweckmäßig und compendiös eingerichtete Instrument ist in Fig. 99 genau in $\frac{1}{3}$ seiner natürlichen Größe abgebildet. Es steht auf drei Beinen A B C, welche übereinander gelegt werden können und dann in einer Linie mit der Röhre DE liegen, welche das Stativ G und den Spiegel F trägt, und in welcher das dreiseitige Prisma H verschiebbar ist. Mit demselben ist der Arm I verbun-

den, der die Röhre oder den Körper LK des zusammengesetzten Mikroskopes trägt. Letzterer kann, wegen des Einpackens, bei K abgeschraubt werden, und nachdem das Ocular bei L auch abgeschraubt worden ist, können die zusammengelegten Beine in die Röhre gesteckt und es kann dieselbe parallel mit der Röhre DE zusammengelegt werden. Die Beine sind mit der Röhre DE durch ein stark gekrümmtes Stück Messing N verbunden, welches sich rings um die Röhre bis zu deren entgegengesetzter Seite windet, sowie ein starker Bolzen mit einer Schraubenmutter als eine Achse dient, um welche die Röhre DE und alle mit ihr verbundenen Theile aus einer senkrechten in eine horizontale Stellung gebracht werden können. Das Stativ G, welches eine büchsenförmige Gestalt hat, kann auch in eine Stellung gedreht werden, die parallel mit den zusammengelegten Beinen ist, indem man das Schieberstück P zurückzieht, welches das Stativ in einer horizontalen Lage erhält. Der Apparat zur Bewegung des Statives ist in der Büchse G enthalten, und das Auf- und Niederschieben wird durch Drehung des geränderten, scheibenförmigen Kopfes oder Knopfes N und die Seitenbewegung durch den größern Knopf O bewirkt. Der Schieber Q hat den Zweck, das Object aufzunehmen, wenn das Mikroskop geneigt ist, und es sind in demselben zwei Löcher zur Aufnahme der Pincetten zum Halten von Objecten vorhanden. An der untern Seite des Statives ist eine Blendung und ein kleiner Arm zur Aufnahme der sogenannten dunkeln stops oder wells, oder sollte es erforderlich sein, so wird ein achromatisches Collectivglas oder ein Polarisationsprisma statt der Blendung angebracht. Die stärkere Einstellung des Instrumentes wird durch Zahnstange und Getriebe bewirkt, durch welche die dreiseitige Stange H und

mit ihr der Arm I mit dem Mikroskopkörper K L auf- und niederbewegt werden, indem man den Knopf R dreht. Die feinere Stellung erfolgt durch Drehen der Schraube S, die ihrerseits auf das Ende eines Hebels wirkt, der in dem hohlen Arme J vorhanden ist, wodurch die kurze Röhre T mit dem Objectiv höher oder niedriger gestellt wird. Der Spiegel F kann an der Röhre D E verschoben werden; auch kann man ihn, mit Hülfe des halbkreisförmigen Armes, durch Drehung jede mögliche Richtung geben.

Einen großen Werth hat dies Mikroskop durch seine leichte Transportirbarkeit, da der ganze Apparat, bestehend aus dem oben beschriebenen Instrument, nebst vier Objectivgläsern, zwei Ocularen, Infusorien-Kästchen, Blenden, Pincetten 2c., in einen Kasten gelegt werden kann, der 9 Zoll lang, 5 Zoll breit und 2 Zoll hoch ist.

Zusammengesetztes und einfaches Mikroskop von Roß in London.

Der Künstler ging bei der Construction dieses Instrumentes von dem Zwecke aus, dabei alle, in den letzten 12 Jahren gemachten Verbesserungen des Mikroskopes anzuwenden, eine große Stabilität mit bequemem Gebrauch zu verbinden. Es waren bis Mitte 1848 nach diesem Plane an 300 Instrumente angefertigt, was Hr Quekett als einen Beweis von der besondern Brauchbarkeit anführt.

Das Instrument ist in Fig. 100 abgebildet. **AA** sind zwei senkrechte Ständer, die zwischen einander eine Verstärkungsrippe haben und auf einem starken Dreifuß stehen. Die beiden Ständer haben die Achse C aufgenommen, um die sich der ganze obere Theil des Instrumentes dreht, so daß es eine horizontale, oder eine senkrechte, oder irgend eine da-

zwischen befindliche Stellung annehmen kann, z. B. solche, wie die Abbildung zeigt. Dieser bewegliche Theil ist auf der Achse in der Nähe des Schwerpunctes befestigt und besteht aus dem Stative D D, der dreiseitigen Stange E mit ihrer Hülse F und dem Arme G, welcher die Mikroskopröhr H hält. Der Spiegel J ist unter dem Stative angebracht. Dieses letztere D D hat rechtwinkliche Bewegungen von 1 Zoll Ausdehnung auf den Schrauben aa, und diese werden durch die Schraubenmutterköpfe b, b' bewegt. Das Stativ ist auch mit Pincetten zum Halten kleiner Gegenstände und mit einer Linse zum Sammeln des Lichtes versehen. Das dreiseitige Prisma E mit dem Arme des Mikroskopkörpers wird durch die Knöpfe e e bewegt, und eine feinere Einstellung des optischen Theiles wird durch den Knopf f bewirkt. Die andere Schraube g befestigt den Arm G an dem Prisma E.

Zur Erleichterung des Gebrauches von dem Instrument ist die Anordnung getroffen, daß die Knöpfe e und f zur Bewegung des Prismas und die feine Stellung des optischen Theiles mit der linken Hand gedreht werden können, während man das Stativ durch die Knöpfe b b' mit der rechten Hand bewegt. Der andere Knopf e ist bequem, wenn die andere Hand nicht mit der Bewegung des Statives beschäftigt ist. Die Stellungen der Knöpfe b, b' sind sehr bequem, da der Mittelfinger unter b, der vordere unter b' gelegt und der Daumen leicht von dem einen auf den andern gebracht werden kann. Ebenso kann auch die linke Hand sehr leicht von dem Knopfe e zu dem Knopfe f geschoben werden, um ihn bewegen zu können. Dieser Knopf ist mit einer Schraube und einem Hebel verbunden, welche durch eine Drehung den optischen Theil um $\frac{1}{300}$ Zoll bewegt.

Diese Einrichtung erfordert eine elastische Bewegung am Ende der Röhre, als Schutz gegen Beschädigung der Gläser oder der zu untersuchenden Objecte.

Transportables zusammengesetztes Mikroskop von Roß.

Es ist dieses Instrument in Fig. 101 abgebildet; es steht, wie das vorhergehende, auf einer festen, dreifüßigen Basis a mit den beiden senkrechten Ständern b, in denen der Zapfen sich dreht, der das ganze Instrument trägt. In der Röhre d ist eine andere kleinere durch Zahnstange und Getriebe verschiebbar. Die Zahnstange sieht man bei n und das Getriebe wird durch den Knopf o bewegt; dadurch wird die gröbere Stellung bewirkt. Oben an der innern Röhre ist der starke Arm e angebracht und durch die Schraube f befestigt, um die der Arm gedreht werden kann. An dem andern Ende des Armes ist der Mikroskopkörper g festgeschraubt. Die feinere Stellung besteht aus einer conisch zugespitzten Stahlschraube h, welche gegen den obern Theil eines Schlitzes in der innern Röhre drückt, an deren Ende das Objectivglas angebracht ist. Das Stativ hat die gewöhnlichen rechtwinklichen Bewegungen, und es wird die Seitenbewegung durch eine Schraube mittelst des Knopfes i und die senkrechte Bewegung durch den Knopf k bewirkt. Der Objecttisch ist mit einem Schieber l versehen, durch welchen die Entfernung eines Gegenstandes von der mittlern Oeffnung in der Platte regulirt werden kann, ehe man den Brennpunct aufsucht; dies entspricht dem Zwecke der zusammengesetzten Schieber-Stative bei den größern Instrumenten. Am obern Theile des Objecttisches sind zwei Oeffnungen zur Aufnahme der Pincetten und des Seitenreflectors angebracht. An dem untern Theile des Statives können, wie bei den grö-

ßern Instrumenten, das achromatische Sammelglas, die Blendungen und das Polarisationsprisma angebracht werden. Um das Mikroskop leichter einlegen zu können, läßt sich das Stativ rechtwinklich mit der Röhre d umlegen. Der Spiegel m ist auf die gewöhnliche Weise angebracht und kann an der Röhre d verschoben werden.

Um das Instrument in einen Kasten legen zu können, kann der Körper von dem Arme e abgeschraubt werden, und man kann es dann, mit allen Nebenapparaten, in einen 7½ Zoll hohen, 6½ Zoll breiten und 5½ Zoll tiefen Kasten legen. Oder es kann auch der Fuß a von den Ständern b abgenommen, das Stativ herumgedreht und das Ganze in einen flachen Kasten gelegt werden, der 7½ Zoll lang, 5½ Zoll breit und 2½ Zoll tief ist.

Die Mikroskope der Optiker Smith und Beck in London.

1) Großes achromatisches, zusammengesetztes Mikroskop. — Dies Instrument ist in Fig. 102 und 103 abgebildet. Auf einem dreieckigen Fuß **A** stehen zwei eingeschraubte kurze Säulen **B**, welche die Zapfenlager der Achse tragen, um die sich das ganze Instrument dreht. Der broncene Arm **C** trägt den Mikroskopkörper **F** und hat an seiner innern Kante einen Falz, so daß er 2 messingene Leitstangen aufnehmen kann, die mit dem Körper verbunden sind. Der eine dieser Stäbe, der an den Mikroskopkörper der ganzen Länge uach angelöthet ist, hat einen dreieckigen Querschnitt, und an seiner Scheitellinie ist ein dünnes, plattes Metallstück von entsprechender Länge und ungefähr ⅝ Zoll breit, sowie ⅛ Zoll dick, festgeschraubt. Diese Platte ist an der einen Seite, ja zuweilen an allen beiden, mit Zähnen versehen. Sowohl der dreiseitige Stab, als

auch die Zahnstange greifen in gleichförmige Falzen in dem Arme C. Durch diese Einrichtung wird der Mikroskopkörper mit dem Arme verbunden, während durch die Zahnstange eine gleitende Bewegung des Körpers auf dem Arme mittelst des Getriebes G bewirkt wird. Dies ist die gröbere Stellung. An dem oberen Ende des Körpers befindet sich eine auszuziehende Röhre, in welcher die Oculare und Frectionsgläser angebracht sind, wogegen sich an dem untern Ende des Körpers eine kurze Röhre mit den Objectivgläsern befindet. Dieseletztere Röhre kann durch die Schraube H etwas gestellt werden, und dies ist die feine Stellung. An der verschiebbaren Röhre sitzt nämlich der Arm I, durch den die Stellschraube K geht, deren Mutter sich in dem festsitzenden Stück J befindet.

Das Stativ dieses Instrumentes kann entweder mit der gewöhnlichen Stellung von Zahnstange und Getriebe zum Auf- und Niederstellen und mit Schraube ohne Ende zum Hin- und Herstellen, oder es kann mit einer Hebelstellung versehen sein. Die letztere ist auf unserer Abbildung dargestellt. Sie besteht aus drei Messingplatten, von denen die unterste festsitzt, während die beiden oberen in schwalbenschwanzförmigen Falzen verschiebbar sind, so daß die obere entweder für sich allein oder nebst der zweiten, mittelst eines Hebels bewegt werden kann. Man sieht diesen Hebel bei O; er ist ungefähr 5 Zoll lang, und der Arm hat am obern Ende eine bedeutende Metallstärke, um das Gewicht des Objecttisches aufzuheben, während das untere Ende mit einer Kugel versehen ist, die in eine Pfanne Q greift, welche an dem Objecttisch befestigt ist. Ungefähr 1 Zoll höher greift eine andere Kugel in die Pfanne P in einem kleinen Arme, der mit dem Support CC fest verbunden ist. Die schwalbenschwanzförmigen

Leitungen der mittleren Stativplatte sind horizontal angebracht, während die der oberen Platte eine senkrechte Stellung haben; wenn demnach der Hebel O entweder nach dem Support C oder von demselben weg bewegt wird, so verschieben sich beide Stativplatten horizontal in der entgegengesetzten Richtung; wenn aber der Hebel mit der Linie der Seite desselben Supports bewegt wird, so verschiebt sich bloß die obere Platte. Da nun das Ende des Hebels, welches man in der Hand hält, sich in allen Fällen in einer entgegengesetzten Richtung von der der Kugel Q bewegt, und da das zusammengesetzte Mikroskop stets das Bild des zu untersuchenden Gegenstandes umkehrt, so wird sich das Object in der Richtung der Hand bewegen. Der Objecttisch ist mit einem Federhalter N versehen, der auf- und niedergeschoben werden kann, und der, indem man ihn auf dem Objecttisch dreht, aber auch stets mit ihm bewegt werden kann. An der untern Seite des Statives ist die Blendung R angebracht.

Das Hebelstativ ist eine Erfindung des Engländers White, und eine Abänderung desselben ist in Fig. 104 abgebildet, sowie er zum Gebrauch des Supports des Mikroskopkörpers angebracht ist.

Der Spiegel S (Fig. 103) ist sehr groß und an der Röhre W angebracht. Er hat eine ebene und eine concave Reflectionsoberfläche, sein Rahmen wird durch ein halbkreisförmiges Stück T getragen, so daß er sich durch zwei Stifte in demselben drehen kann, während das Gelenk bei U eine horizontale Drehung gestattet und ein zweites Gelenk bei V dazu dient, um den Spiegel von der Achse des Instrumentes wegzudrehen, so daß jedes schiefe Licht durch die Oeffnung in dem Stativ durchgelassen werden kann. Außerdem kann der Spiegel an der Röhre W auf- und niedergeschoben werden. In

dem Arme **CC** bemerkt man zwei kleine quadratische Löcher dd, in welche die Supports von dem Seitenreflector, sowie von der kleinen Sammellinse gesteckt und durch die Stellschrauben **DD** befestigt werden.

Man kann an diesem Instrumente auch noch ein anderes Stativ anbringen, welches in Fig. 103 abgebildet ist. **A** ist ein Theil von dem großen Arme, welcher den Mikroskopkörper trägt, **B** eine von den Säulen, **C** die Achse, und **D** die Röhre, mit welcher der Spiegel verbunden ist. Die Stativplatte **E**, welche den Objecttisch **F** trägt, wird durch den Knopf **G**, der mit einer Schraube verbunden ist, die bis zur entgegengesetzten Seite des Statives reicht, bewegt. An dieser entgegengesetzten Seite ist ebenfalls ein Knopf angebracht. Die Auf- und Niederstellung geschieht durch Zahnstange und Getriebe mittelst des Knopfes **H**.

2) Kleines achromatisches zusammengesetztes Mikroskop. — Dieses Instrument ist in Fig. 105 dargestellt; es steht auf 3 Füßen **A**, die übereinandergeschoben werden können. In eine darauf liegende kreisrunde Platte ist eine Säule **B** eingeschraubt, an deren obern Ende ein Schlitz ist, der mittelst des Zapfens **C** den gebogenen Arm **D** trägt, mit welchem der Körper des Mikroskopes **G** auf dieselbe Weise verbunden ist, wie bei dem vorhinbeschriebenen größeren Instrument; Prisma und Zahnstange sieht man bei **E**, und die Knöpfe **F** dienen für die gröbere Stellung. Auch die Stellung des Objectivglases am untern Ende der Röhre wird auf dieselbe Weise bewirkt, wie bei den größern Instrumenten, und ist dies die feine Stellung. Eine Feder drückt die Röhre gegen die Schraube, so daß, wenn das Objectivglas zufällig mit irgend einem Gegenstande auf dem Stative in Berührung tritt, es etwas zurücktritt, wodurch das Zerbrechen

des kostbaren Objectives verhindert wird, und auch eine Beschädigung des Objectes verhütet; man nennt daher eine solche Röhre eine Sicherheitsröhre. An das untere Ende des Armes **D** ist das Stativ **K** geschraubt; dasselbe besteht aus zwei Platten, welche durch Zahnstangen und Getriebe, mit denen die Knöpfe **M M** verbunden sind, in zwei aufeinander rechtwinklichen Richtungen bewegt werden können. Der Objecttisch **L** ist dem an dem vorhergehenden Instrumente vollkommen gleich, und die untere Seite des Statives ist mit den gewöhnlichen Apparaten versehen. Der Spiegel **N** ist auf die gewöhnliche Weise an seinem Bügel **O** befestigt; dieser hat einen Stift, der in ein Stück Kork am Ende der Röhre **P** gesteckt wird, und in diesem Kork kann er horizontal bewegt werden. Will man das Instrument wohlfeiler machen, so kann man statt des eben beschriebenen Statives das in Fig. 106 dargestellte nehmen. **A** stellt einen Theil des Armes dar, welcher den Körper trägt, **C** das Gelenk und **B** eine Messingplatte, welche an dem Arme festgeschraubt worden ist. Auf der Platte **B** liegt der Objecttisch **D**, der mit den Fingern in zwei Richtungen, einer senkrechten und einer kreisförmigen, bewegt werden kann. Legt man die Füße zusammen, so kann man das Instrument in einen flachen Kasten legen. Noch compendiöser sind die beiden folgenden Instrumente.

3) Mikroskop zum ersten Studium. — Die Figg. 107 und 108 stellen zwei verschiedene Instrumente dieser Art dar, ein größeres und ein kleineres. Der Fuß des größeren, Fig. 107 ist aus Messing in einem Stück gegossen; er steht auf den drei Klötzen **AAA**, und in dem Backen **B** bewegt sich um den Zapfen **C** das ganze Instrument. In die Platte **H** ist eine kurze Röhre **L** eingeschraubt, in welcher eine andere Röhre verschiebbar ist, welche den gera=

den Arm M trägt. Dieser letztere ist auf dieselbe Weise, wie der Arm an den größeren Instrumenten, mit Falzen versehen, sowie der Mikroskopkörper N mit Leitstäben O, während der Knopf P die Bewegung bewirkt. Die Röhre in der äußern Röhre L, mit welcher ersteren der Arm M verbunden ist, erhält eine Spiralfeder, die den Arm M stets in Berührung mit der Platte J erhält; gegen diese letztere drückt die feine Schraube K mit einem graduirten Knopf. Wird nun die Schraube gedreht, so wird sowohl der Arm M, als auch der Mikroskopkörper langsam auf- und niederbewegt, und dieses bewirkt die feine Stellung. Ueber dem Knopfe H ist ein Stift angebracht, der es verhindert, daß der Arm M aus der Röhre L gedrückt wird; jedoch ist dieses auf der Abbildung nicht angegeben. Das Stativ ist eine Messingplatte, etwa 4 Zoll lang und 2 Zoll breit, mit schwalbenschwanzartigen Vertiefungen, in denen der Rahmen G zum Halten der Objecte mittelst zweier kleinen Griffe hin- und hergeschoben werden kann. Das eine Ende von dem Rahmen F hat eine Oeffnung zur Aufnahme von Pincetten und anderer Instrumente. Der Spiegel D ist auf die gewöhnliche Weise mit dem messingenen Bügel E versehen und kann um einen starken Stift, der in das untere Ende der Röhre eingesteckt wird, gedreht werden.

Das zweite, kleinere und in Fig. 108 dargestellte Mikroskop ist im Allgemeinen nach denselben Grundsätzen construirt, als wie das größere, nur mit dem Unterschiede, daß es lediglich in aufrechter Stellung benutzt werden kann. Der Fuß A mit dem Backen B sind wie bei dem größeren Instrument eingerichtet; oben auf dem Backen ist die Platte D befestigt, welche zugleich die Stativplatte bildet. In die obere Fläche dieser Platte ist die Röhre G ein-

geschraubt, in der eine kleinere verschiebbar ist, die den Arm H hält, an welchem wiederum die Röhre I sitzt. In dieser Röhre ist der Mikroskopkörper L sehr leicht auf- und niederzuschieben, und in diesem sind die Oculare und Objective angebracht. Die feinere Stellung wird mittelst der Schraube E mit graduirtem Kopf bewirkt, indem dieselbe den Arm H und mit ihm die Mikroskopkörper etwas hebt oder senkt, genau so, wie es bei dem vorhergehenden Instrumente beschrieben worden ist. Eine Blendung K ist an dem Boden der Stativplatte angebracht. Der Spiegel C bewegt sich in zwei Stiften zwischen den Backen; da er jedoch nur eine Bewegung hat, so muß man das Instrument immer so stellen, daß das Licht auf die vordere Seite einfällt.

Ein Instrument dieser Art ist zu Sectionen sehr brauchbar, da es auf den Secirtisch gestellt und man einzelne Theile der zn untersuchenden Gegenstände sehr leicht unter das Objectiv bringen kann. Das Instrument steht sehr fest auf seinem Stativ, und dies ist bei anatomischen Untersuchungen, bei denen die Objecte meistentheils im Wasser liegen, von besonderer Wichtigkeit, da sie nicht erschüttert werden dürfen. Größere Instrumente, so wie wir sie hier beschrieben haben, stehen meistentheils schief, es würden daher die kleinern Gefäße mit Wasser von dem Objecttisch leicht herabgleiten; auch sind sie zu hoch, so daß, wenn sie auf dem Secirtische stehen, der Anatom sie nicht im Sitzen gebrauchen, sondern stets aufstehen muß. Es sind daher diese kleinen Instrumente, von denen man eins mit 40 und das andere mit 200facher Vergrößerung bei Sectionen zur Hand haben muß, um so nützlicher, da sie wenig kosten, kaum mehr als 20 Thaler ohne die Gläser. Das Auf- und Niederschieben des Körpers L in der äußern Röhre I ist eine sehr gute grobe Stellung,

und wenn alsdann das Objectivglas auf diese Weise dem Objecte nahe genug gebracht worden ist, so ist die feine Stellung für das Uebrige hinreichend. Wenn die Auszugröhre eingeschoben ist, so beträgt die Höhe des Instrumentes nur 8 Zoll, und man kann es daher recht bequem in der Rocktasche transportiren.

Varley's zusammengesetztes Mikroskop.

Dieses in England Single Lever Microscope genannte Instrument ist in Fig. 109 in $\frac{1}{3}$ seiner wirklichen Größe dargestellt. Es hat einen hohlen Fuß, der Aehnlichkeit mit einem Vogelfuße hat. Auf diesem Fuße ist eine kurze Säule befestigt, an deren oberen Ende eine Messingscheibe a, mit einem Loche in der Mitte, vorhanden ist. Hiermit ist das Mikroskop durch ein starkes Stück Messing b verbunden, und seine Fläche ist so abgedreht, daß sie dagegen paßt; durch die Oeffnung geht eine Schraube, und alle wichtigen Theile des Instrumentes werden durch die Schraubenmutter c an dem Stücke b festgehalten. Dasselbe ist hohl, und es ist eine lange Stange d hindurchgeschoben, und diese kann mittelst der Stellschraube g in jeder Höhe festgehalten werden. Ebenso ist mit b auch die hintere Platte des Statives G verbunden und es geht davon der Arm r ab, der in Verbindung mit den kürzeren Armen q, q den Ruhepunct des Hebels s bildet. Derselbe ist mit 2 Kugeln versehen, deren untere sich zwischen 2 Platten p und der obere zwischen zwei Platten t bewegt. Mit der oberen von den letzten beiden ist die Stativplatte h verbunden und mit dieser der Objecttisch y. Der Hebel geht weit genug bis zu dem Tisch, auf welchem man operirt, nieder, so daß die auf demselben ruhende Hand ihn ergreifen und das Stativ nach jeder Richtung bewegen kann. Die Bewegungen des Statives und des Hebels verhalten sich wie 1 : 6. Damit sich beide Seiten der

Stativplatte h gleichzeitig bewegen, ist eine Parallelbewegung angebracht, welche man bei w sieht. Der Beobachter kann mit dem Hebel in der Hand den Bewegungen des lebenden Gegenstandes folgen. Durch ein Versehen des Künstlers ist der Hebel an der Figur an der unrichtigen Seite angebracht, da er zu rechter Hand befindlich sein muß.

An dem untern Theile des Statives ist entweder Varley's Blendung oder Wollaston's Condensor angebracht, die wir im 4. Capitel näher kennen lernen werden. An dem untern Theile der Röhre **Z**, in welcher die Stange d verschiebbar ist, sieht man den Spiegel, der auf die gewöhnliche Weise eingerichtet ist und bewegt werden kann. Der Körper des Mikroskopes 1 ist mit einem hohlen Kasten 2 verbunden und dieser durch zwei Arme I mit der Stange d und wird durch eine Schraube und eine Feder fest in seiner Stellung erhalten. An der hinteren Seite der Mikroskopröhre ist eine Zahnstange angelöthet, und dieselbe ist durch 2 Sättel 3 mit einer Stange 4 verbunden. Ein Getriebe, in einer Feder, die aus Messingblech besteht, gehalten, bewegt mittelst eines Knopfes der äußern Seite des Kastens 2 den Körper; es wird dadurch die grobe Stellung bewirkt. Durch den oberen Theil der Röhre 1 ist derjenige Theil des Körpers verschiebbar, welcher das Ocular enthält, und mit dem unteren Ende ist ein gebogener Arm verbunden; durch denselben und durch einen andern gebogenen Arm, der an einer kleinen Röhre sitzt, die sich in der größern verschieben läßt, und die das Objectiv enthält, geht die Stellschraube 12. In der Röhre befindet sich eine Spiralfeder, welche die Röhre herausdrückt, welches durch die Schraube 12 und den Arm 11 verhindert wird. Es wird durch diese Schraube die feine Stellung bewirkt. Eine Sammellinse 27 ist in dem be=

weglichen Arm 29e mit dem gebogenen Arme 29 verbunden, und das Gelenk 20 gestattet jede entweder senkrechte oder horizontale Stellung, wie es der Zweck gerade erfordert. Man kann das Instrument sehr leicht in einen Kasten legen, indem man die Stange d aus den Supports 7 herausnimmt und das Stativ alsdann von dem Körper getrennt ist. Man kann das Instrument auch leicht in eine senkrechte Stellung bringen, um Objecte, die unter Wasser liegen, damit zu untersuchen. Das Instrument kann auch mit Varley's graphischem Ocular versehen werden, wodurch das Zeichnen vergrößerter Objecte sehr leicht bewirkt werden kann. Der Preis dieses Mikroskopes, mit Ausschluß der Objecttivgläser, beträgt 20 bis 30 Pfd. Sterl.

Wir müssen noch am Schlusse dieses Capitels von einem Stative reden, welches neuerlich der Engländer Legg construirt hat. An allen bisher bekannten Stativen befindet sich die Drehungsplatte oberhalb der horizontalen und verticalen Bewegungen; deßhalb kann jedes auf die Drehungsplatte gelegte Object aus dem Gesichtsfelde verloren werden, wenn die Platte um ihre eigene Achse gedreht wird. Um dies Hinderniß zu verbessern, hat Legg die Lage der Drehungsplatte verändert, indem er sie unter aller übrigen Bewegung, statt darüber, angebracht hat. Dies ist dadurch bewirkt worden, daß der Drehungsapparat mit der Grundplatte des Statives durch einen starken schwalbenschwanzförmigen oder conischen Ring, der sich frei, aber fest in derselben bewegt, angebracht hat. Die Bewegung des Drehungsapparates kann entweder mit der Hand oder mit einer Schraube ohne Ende bewirkt werden. Auf dem Ringe ist die Platte, welche als Stativ dient, angebracht, und ihre Bewegung wird durch die Knöpfe zu beiden Seiten des Statives bewirkt; die Seiten-

bewegung durch eine Schraube in einem mit der Schieberplatte verbundenen Ringe und die senkrechte durch Zahnstange und Getriebe, indem die Zahnstange an der unteren Seite des Objecttisches befestigt ist. Das Ganze ist so eingerichtet, daß die Bewegung durch die ganze Ausdehnung des Kreises geht, und zwar unter dem Mikroskoparme durch, so daß derselbe durchaus kein Hinderniß ist.

Dieses verbesserte Stativ sehen wir in Fig. 110 mit einen Mikroskop von Smith und Beck verbunden: a ist ein Theil des Armes, welcher den Körper des Mikroskopes b trägt; c ist die feine Stellung, d die Röhre mit dem Objectivglase, e, é die Schraubenköpfe zur Bewegung des Statives, deren deßhalb 2 angebracht sind, um diejenige Hand nehmen zu können, die der Beobachter eben frei hat; f f die Federn, welche die Objecte halten; g der Ring, welcher sich auf der Grundplatte a dreht. Wenn daher der Gegenstand zwischen den Federn f f befestigt ist, so kann er gedreht werden, und wenn das Instrument gut gearbeitet ist, so wird er nie aus dem Gesichtsfelde kommen, oder doch nur so wenig aus demselben, daß die geringste Stellung ihn zu dem Centrum zurückführen wird. Es soll diese Einrichtung besonders dann zweckmäßig sein, wenn man Crystalle im polarisirten Licht, oder überhaupt Objecte mit geradlinigten Umrissen, seien sie undurchsichtig oder durchsichtig, untersuchen will, indem es hiebei darauf ankommt, daß der Schatten nach verschiedenen Richtungen fällt, ohne daß der Beleuchtungsapparat seine Stellung verändert.

Wir werden am Schlusse dieses 1. Abschnittes, im 7. Cap., welches von der Wahl eines Mikroskopes handelt, noch manche Bemerkungen über ihre Construction machen.

Drittes Capitel.

Von einigen eigenthümlich eingerichteten Mikroſkopen.

1) Das Diſſectionsmikroſkop.

Der Umſtand, daß das zuſammengeſetzte Mikroſkop die Objecte in umgekehrter Lage zeigt, iſt für die mikroſkopiſche Unterſuchung mit eben ſo wenig Nachtheil verbunden, als für den Aſtronomen das umgekehrtes Bild ſeines Fernrohres. Anders verhält ſich dagegen die Sache, wenn man das zuſammengeſetzte Mikroſkop zur Präparation feiner Objecte verwenden will, indem hier die Umkehrung des Bildes beinahe unüberſteigliche Hinderniſſe in den Weg legt. Uebung läßt allerdings die durch dieſen Umſtand verurſachten Schwierigkeiten bis auf einen gewiſſen Grad überwinden; es iſt aber zweifelhaft, ob ſich je irgend ein mikroſkopiſcher Beobachter die Fähigkeit erwarb, eine ſchwierige Zergliederung unter einem Inſtrumente, welches ein verkehrtes Bild giebt, vorzunehmen. Da nun das einfache Mtkroſkop den Uebelſtand hat, daß daſſelbe dem Objecte ſehr nahe gebracht werden muß, wenn die Vergrößerung auch nur auf einen mäßigen Grad ſteigen ſoll: ſo war der Wunſch, durch Verwendung des zuſammengeſetzten Mikroſkops zu dieſem Zweck größeren Raum für die Zergliederungswerkzeuge zu gewinnen, ein ſehr natürlicher. Es lag deßhalb für die Optiker die Aufforderung nahe, zuſammengeſetzte Mikroſkope, welche ein aufrechtes Bild geben, zu verfertigen.

Die Ausführung dieſes Planes wurde auf zwei weſentlich verſchiedene Weiſen verſucht.

Einmal wurde nämlich, entſprechend der Einrichtung des Oculares für terreſtriſche Fernröhren, in die

Röhre des gewöhnlichen zusammengesetzten Mikrosko- pes und bei Beibehaltung des gewöhnlichen Oculares ein der vorderen Hälfte jenes Oculares entsprechendes Stück (Fig. 111) eingesetzt, welche zwei planconvexe, mit ihren convexen Seiten nach oben gewendete Gläser enthält (**Pritchard and Goring, microsc. illustr.**, Fig. **A**). Welchen Erfolg dieses Verfahren auf die Reinheit und Lichtstärke des Bildes ausübt, ist nicht bekannt.

Eine andere Methode beruht auf der Anwendung rechtwinkliger Glasprismen. Wenn nämlich die Röhre des Mikroskopes rechtwinklig gebrochen und in den Winkel, unter welchem der untere senkrechte und der obere horizontale Theil der Röhre zusammenstoßen, ein Prisma eingesetzt ist so, wird in Folge der an der Hypotenuse desselben Statt findenden Spiegelung das Bild zwar nicht in Beziehung auf Rechts und Links, aber in Hinsicht auf Oben und Unten umgewendet, kommt also in dieser letzteren Beziehung (da das Mikroskop ein umgekehrtes Bild giebt) in seine natürliche Lage. Um nun das Bild dem Objecte in seiner Lage völlig entsprechend zu machen, ist daher noch nothwendig, das Bild auch von rechts nach links umzuwenden. Dieses kann nur durch Anwendung eines rechtwinklichen Prisma's geschehen, welches auf das Ocular aufgesteckt wird, und eine solche Lage hat, daß man durch dasselbe in eine mit seiner Hypotenuse parallelen Richtung in das Mikroskop sieht (Fig. 112 und 113). In dieser Lage giebt nämlich ein rechtwinkliches Prisma ebenfalls ein Spiegelbild, ohne die gerade Richtung der Lichtstrahlen abzulenken,*) wie die-

*) Fig. 115 zeigt den Weg, welchen bei dieser Lage die Lichtstrahlen im Prisma nehmen. Es erleiden die mit der Hypotenuse parallel einfallenden Strahlen a a′ bei b b′ eine vollständige Reflection und treten parallel mit ihrer früheren Richtung, aber in umgekehrter Ordnung c c′ wieder aus dem Prisma aus, entwerfen also ein Spiegelbild des Objectes.

ses der Fall ist, wenn man in senkrechter Richtung auf eine der Katheten des Prisma's sieht, in welchem Falle Fig. 114 das Spiegelbild **a' b' c'** in einem rechten Winkel gegen das Object **a b c** geneigt ist. Durch diese beiden Prismen wird allerdings der Zweck, das mikroskopische Bild umzukehren, erreicht, allein zum Behufe einer schwierigen Präparation ist die Einrichtung möglichst unbequem, indem durch die Wirkung des im Winkel der gebrochenen Röhre befindlichen Prisma's das Bild dem in das Mikroskop sehenden Auge nicht in horizontaler, sondern in senkrechter Richtung erscheint, was wieder einen scheinbaren Widerspruch zwischen der Lage des Bildes und der Bewegung der Hände hervorbringt. Will man daher das Bild durch Anwendung von Prismen umkehren, so muß das Mikroskop eine senkrechte Lage erhalten, und es muß die Hypotenuse beider Prismen in eine mit der Mikroskopachse parallele Richtung gebracht werden. Ob je auf diese Weise ein Dissectionsmikroskop construirt wurde, ist mir nicht bekannt.

Die beiden im Vorhergehenden beschriebenen Einrichtungen sind nie in ausgedehnteren Gebrauch gekommen; auch hat die zweite Einrichtung zu viele Unbequemlichkeiten in ihrem Gefolge, als daß man je hoffen könnte, durch Verfolgung dieses Weges zu einem erwünschten Ziele zu gelangen.

Dagegen haben in den letzten Jahren Oberhäuser und Plössl einen Weg eingeschlagen, welcher vielleicht hoffen läßt, das wir bei Anbringung weiterer Vervollkommnungen zusammengesetzte Mikroskope, welche den beabsichtigten Zweck vollkommen erfüllen, erhalten werden. Beide Künstler wendeten bei ihren Mikroskopen ein Ocular an, welches ein aufrechtes Bild giebt; ihre Mikroskope stimmen also im Wesentlichen mit der zuerstgenannten, in England

ausgeführten Einrichtung überein; sie unterscheiden sich jedoch von derselben darin, daß durch eine sehr ausgedehnte Verschiebung des Oculares, ohne das Objectiv zu wechseln, sehr bedeutende Veränderungen in der Särke der Vergrößerung hervorgebracht werden können, weßhalb diese Mikroskope mit dem Ausdrucke der pankratischen bezeichnet werden.

Oberhäuser verwendete bei seinem pankratischen Mikroskope als Ocular ein vollständig zusammengesetztes, mit achromatischem Objective versehenes Mikroskop, welches durch einen Trieb in der mit einem schwachen Objective versehenen Mikroskopröhre auf- und abgeschobeu werden kann. Da das untere, an der äußeren Röhre befestigte Objectiv ein verkehrtes Bild entwirft und dieses durch das als Ocular dienende zusammengesetzte Mikroskop betrachtet wird, so erhält natürlicherweise das Bild eine aufrechte Lage. Das als Ocular dienende Mikroskop giebt bei einen untersuchten, vor etwa 4 Jahren von Oberhäuser verfertigten Exemplare eine 21 malige Vergrößerung. Wenn das Mikroskop vom Objecte weit entfernt und deßhalb ein sehr kleines Bild des letzteren in geringer Entfernung hinter dem Objective entworfen wird, so muß man, um dieses zur Anschauung zu bringen, das als Ocular dienende Mikroskop tief in die Mikroskopröhre hinabschrauben, und man erhält alsdann bei der geringen Vergrößerungskraft dieses Ocularmikroskopes eine sehr schwache Vergrößerung des Objectes oder vielmehr des in der Mikroskopröhre von ihm entworfenen Bildes. Nähert man dagegen das Objectiv dem Objecte, so wird von diesem in dem oberen Theile der Mikroskopröhre ein größeres Bild entworfen, man muß das Ocularmikroskop stark in die Höhe schrauben und erhält ein stark vergrößertes Bild. Auf diese Weise läßt sich bei diesem Instrumente die Vergrößerung von einer

nur 5 maligen durch alle Zwischenstufen zu einer 100 maligen steigern. Bei der ersteren Vergrößerung beträgt die ganze Länge der Röhre mit dem Oculare $5\frac{2}{3}$ Par Zoll, bei der zweiten 8 Zoll. Die Entfernung des Oculares von dem Objecttische bleibt, man mag stärkere oder schwächere Vergrößerungen anwenden, nahezu dieselbe, indem bei den stärkern Vergrößerungen das Objectiv dem Objecte sehr genähert, bei den schwächeren stark von demselben entfernt wird, wodurch die Verkürzung und Verlängerung der Röhre nahezu ausgeglichen wird. Diese Entfernung des Oculares von dem Objecttische wechselt ungefähr zwischen $7\frac{2}{3}$ und $8\frac{1}{3}$ Zoll. Mit der Steigerung der Vergrößerung wird natürlicherweise das Gesichtsfeld verkleinert; mit der schwächsten Vergrößerung übersieht man ein Object von $7\frac{1}{2}'''$ Durchmesser, mit der stärksten etwas weniger 1 als drei Millimeter. Die äußere Einrichtung des Instrumentes, der schwere Fuß, der Objecttisch von schwarzem Glase u. s. w. ist ganz dieselbe, wie bei den gewöhlichen Oberhäuser'schen Mikroskopen der größten Art; die Bewegung der Röhren geschieht durch Triebwerke. Das Objectiv steht, wenn es dem Objecte am meisten genähert ist, noch um volle $4'''$ von demselben ab, läßt also den feinsten Gebrauch von Zergliederungs-Instrumenten zu; bei den schwächeren Vergrößerungen steht es ohnedies zollweit ab. Die Lichtstärke ist hinreichend, und das Gestchtsfeld giebt in seiner ganzen Ausdehnung ein reines Bild. Dagegen ist nicht zu läugnen, daß die Schärfe des Bildes Manches zu wünschen übrig läßt; es sind zwar, um bestimmte Objecte anzuführen, auf den Schuppen von Menelaus die Längen- und Querstreifen, auf einem Längenschnitte eines Zweiges der Weinrebe die Tüpfel der getüpfelten Röhre und der Markzellen gut zu sehen, und insofern mag sie für die Präparation aller Objecte genügen, allein die Schärfe, wie sie

entsprechende Vergrößerungen eines gewöhnlichen achromatischen Mikroskopes, einer achromatischen Lupe oder eines Dublets besitzen, findet sich bei jenem Instrumente nicht.

Das Plössl'sche Dissectionsmikroskop besitzt als Ocular das gewöhnliche Ocular eines terrestrischen Fernrohres; die Einrichtung, daß durch das Ausziehen des Oculares die Vergrößerung gesteigert werden kann, hat es mit dem Oberhäuser'schen gemein. Da keine unmittelbare Vergleichung eines Plössl'schen Instrumentes dieser Art mit einem von Oberhäuser Statt fand, und sie nicht an schwierigen Probeobjecten geprüft werden kann, so läßt sich kein Urtheil über die relative Güte dieser beiden Instrumente fällen, doch wird man dem Oberhäuser'schen nicht unrecht thun, wenn man dem Plössl'schen einen Vorzug in Beziehung auf die Weite des Gesichtsfeldes giebt.

Dieser Einrichtung des Dissectionsmikroskopes hat sich in den neuern Zeiten Oberhäuser angeschlossen. Die Röhre besteht aus drei, wie bei einem, Zugfernrohre sich in einander verschiebenden Stücken von denen das oberste ein terrestrisches Fernrohrocular enthält. Das Objectiv besteht aus zwei planconvexen achromatischen Linsen, die etwa 1 Zoll von einander entfernt stehen und von welchen die hintere eine sehr bedeutende Breite (beinahe 9‴) besitzt. Die schwächste Vergrößerung, bei welcher das Objectiv vom Objecte um 32‴ absteht, beträgt 6. Man übersieht mit derselben einen Körper von 7‴ Durchmesser. Die stärkste Vergrößerung beträgt 68, man übersieht mit derselben etwas mehr als 1 Millimeter; das Objectiv steht hiebei vom Objecte um 6‴ ab. Dieses Instrument übertrifft das früher von Oberhäuser verfertigte bedeutend an Lichtstärke und Schärfe des Bildes; steht jedoch guten Dublets und einem guten gewöhnlichen achromatischen Mikro-

skope in letzterer Beziehung etwas, jedoch nicht bedeutend, nach, so daß der Fortschritt, welchen Oberhäuser in der Verfertigung dieses Instrumentes machte, beträchtlich ist. Der Grund, warum das Bild den entsprechenden Vergrößerungen eines gewöhnlichen Plössl'schen Mikroskopes etwas nachsteht, liegt nicht in Unvollkommenheiten des Objectives (denn dieses giebt mit einem astronomischen Oculare ein völlig tadelloses Bild), sondern in der Anwendung des terrestrischen Oculares. Das Bild ist jedoch jedenfalls so scharf und lichtstark, daß das Instrument zur Präparation auch sehr schwieriger Objecte vollkommen ausreicht, wie daraus erhellen mag, daß, wenn man einen Durchschnitt durch Hollundermark bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung als opakes Object betrachtet, die Tüpfel der Zellwandungen ganz gut gesehen werden. Diesen guten Eigenschaften steht aber auch eine Schattenseite gegenüber, nämlich die bedeutende Länge der Mikroskopröhre. Der Abstand des Oculares vom Objecttische beträgt bei 6maliger Vergrößerung 9″ 5‴, bei 36facher Vergrößerung 10″, bei 68facher 13″.

Ob diese Dissectionsmikroskope, auch größere Vollendung derselben vorausgesetzt, den Gebrauch des einfachen Mikroskopes zum Behufe schwieriger Zergliederungen verdrängen, oder auch nur ersetzen werden, muß die Zeit lehren. Der Vorzug des größeren Raumes für die Anwendung der Zergliederungsinstrumente und der größeren Bequemlichkeit in der Veränderung der Vergrößerung muß ihnen entschieden zuerkannt werden; dagegen ist es nicht bequem, daß man bei ihrem Gebrauche sehr aufrecht sitzen muß, und daß die Hände weit vom Auge entfernt sind. Die bequemste Haltung des Körpers bei'm Präpariren ist Gewohnheitssache, mancher mag die aufrechte Stellung nicht unbequem finden, oder sich leicht an dieselbe gewöhnen; bei andern ist dieses

nicht der Fall, indem sie gewohnt sind, bei schwierigen mechanischen Arbeiten die Hand nahe am Auge zu haben, und sich zum Objecte herabzubücken und daher, wenn sie unter dem einfachen Mikroskope präpariren, in einer gewohnten Stellung sind, sich dagegen, wenn sie unter dem zusammengesetzten Mikroskope präpariren sollen, genirt fühlen. Das mag aber bei Andern sich anders verhalten, auch mag durch einen besonders eingerichteten Tisch, in dessen Platte man das Mikroskop so weit versenken kann, daß der Objecttisch in die Fläche des Tisches zu liegen kommt, wodurch das ganze Mikroskop um etwa 3″ niedriger wird, an Bequemlichkeit noch viel zu gewinnen sein.

Ein weiterer Umstand, welcher es zweifelhaft erscheinen läßt, ob je das pankratische Mikroskop einen vollständigen Ersatz für das einfache Mikroskop liefern wird, liegt in den großen Veränderungen, welche in den Aberrationen des Instrumentes in Folge des bedeutenden Wechsels der Entfernung zwischen dem Oculare und Objective hervorgerufen werden, indem, wie oben näher auseinandergesetzt ist, eine große Entfernung Uebercorrection, eine kleine dagegen Untercorrection bewirkt. Wenngleich bei dem verhältnißmäßig schwachen Objective der pankratischen Mikroskope und bei den schwachen Vergrößerungen, welche man von diesen Instrumenten verlangt, dieses Verhältniß weniger störend ist, so ist es doch, wie man sich leicht durch Beobachtung von Quecksilberkügelchen überzeugen kann, vorhanden und muß die Schärfe des Bildes beeinträchtigen. Unter diesen Verhältnissen erscheint es zweifelhaft, ob es je möglich sein werde, bei diesen Mikroskopen eine sehr große Schärfe des Bildes zu erreichen, indem, wenn bei einer mittleren Entfernung des Oculares und Objectives die möglichst vollständige Correction Statt findet,

sowohl Steigerung als Verminderung der Vergröße- rung durch Ausziehen oder Zusammenschieben der Röhre die Correction wieder vernichtet.

2) Das Sonnenmikroskop, das Gasmikroskop und das photo-electrische Mikroskop.

Die drei in der Aufschrift genannten Instrumente haben in ihrem optischen Theile gleiche Construction und weichen nur in dem zu ihrer Beleuchtung verwendeten Lichte von einander ab. Sie stehen in Hinsicht auf ihre optische Beschaffenheit in der Mitte zwischen dem einfachen und zusammengesetzten Mikroskope, insofern dieselben, wie das einfache Mikroskop, bloß aus einer einfachen Linse oder einem aus mehren Linsen zusammengesetzten Objectivsysteme bestehen, diese aber nicht, wie bei'm einfachen Mikroskope, zur unmittelbaren Betrachtung des Objectes, sondern zur Entwerfung eines Bildes verwendet werden, welches Bild aber nicht, wie bei'm zusammengesetzten Mikroskope, durch ein Ocular angesehen, sondern auf einem weißen Schirme aufgefangen und von seiner vordern Seite aus mit dem bloßen Auge betrachtet wird. Um dem Bilde eine beträchtliche Größe zu ertheilen, wird dasselbe in sehr bedeutender Entfernung (etwa in 10 — 20 Fuß) hinter der vergrößernden Linse aufgefangen, und es wird, um dem Bilde noch hinreichende Helligkeit zu ertheilen, das Object durch ein höchst concentrirtes Licht beleuchtet. Es verhalten sich diese Mikroskope zum zusammengesetzten Mikroskope, wie die **Camera obscura** zum Fernrohre.

Die Einrichtung des optischen Theiles dieser Mikroskope ist eine höchst einfache, dagegen ist ihr Beleuchtungsapparat complicirt und voluminös und der Gebrauch des Instrumentes mit vielen Umständen verknüpft.

Der Gebrauch des Sonnenmikroskopes setzt ein Zimmer voraus, welches eine gewisse Zeit des Tages über dem directen Sonnenscheine ausgesetzt ist, also am besten eine südliche Lage hat. Die Fenster desselben müssen mit dichtschließenden Läden versehen werden, so daß jedes nicht durch das Mikroskop eindringende Licht ausgeschlossen wird. In einen dieser Läden wird das Mikroskop eingesetzt, und das zur Beleuchtung des Objectes dienende Sonnenlicht durch einen vor dem Laden befindlichen Spiegel (Fig. 116) aufgefangen. Dieser Beleuchtungsspiegel muß eine bedeutende Größe (etwa 4 bis 5″ Breite und 1′ Länge) besitzen, um auch bei tiefstehender Sonne eine große Lichtmasse auffangen und in's Mikroskop reflectiren zu können. Um dieses bei jedem Stande der Sonne thun zu können, besitzt der Spiegel eine doppelte Bewegung. Er ist nämlich mit seinem untern Ende auf einem mit der Mikroskopröhre concentrischen, durch einen Trieb (l) um die Achse des Mikroskopes drehbaren Kreise befestigt und zugleich durch eine Schraube ohne Ende k, welche in ein an seiner Basis befindliches gezahntes Rad i eingreift, in beliebigem Winkel gegen die Mikroskopachse zu neigen. Das vom Spiegel reflectirte Sonnenlicht wird durch eine große (3 bis 5″ breite) Sammellinse g g zu einem Focus concentrirt; um ein noch intensiveres Licht zu erhalten, kann man vor den Focus dieser Linse noch eine kleinere Sammellinse d stellen und so das Licht zu einem kleinen Sonnenbilde concentriren. Diese zweite Linse ist in eine zum Verschieben eingerichtete Röhre c gefaßt, um den Lichtgrad modificiren zu können. Im Focus dieser zweiten Linse findet sich ein mit Federn versehener Objectträger f, welcher eine senkrechte Stellung hat, zur Aufnahme der zwischen Glasplatten eingeschlossenen Objecte. Hinter diesem Objecttische befindet sich der Vergrößerungsapparat,

welcher aus einer durch ein Triebwerk *) einzustellenden Linse e besteht. Für zweckmäßiger erklärt es Goring, nicht die vergrößernde Linse gegen den Objectträger, sondern umgekehrt diesen gegen die Linse beweglich zu machen, indem diese Einrichtung für die Beleuchtung bequemer sei, da man das hellste Licht erhalte, wenn der Focus des Beleuchtungsapparates auf die Oeffnung der Linse falle und bei dieser Einrichtung durch das Einstellen des Mikroskopes die Beleuchtung nicht geändert werde.

Als Vergrößerungslinse benützt man iu den neuern Zeiten immer achromatische Linsen oder Linsensysteme. Man kann zu denselben die Objecte eines achromatischen Mikroskopes benützen; doch scheint es, da das Bild in großer Entfernung hinter der Linse aufgefangen wird, zweckmäßiger zu sein, Objective zu nehmen, welche in sphärischer Beziehung untercorrigirt sind, wobei jedoch zu bemerken ist, daß bei Anwendung der zum Plössl'schen Gasmikroskop gehörigen (etwas übercorrigirten) Objective und gewöhnlicher Plössl'scher Objective kein auffallender Unterschied in der Schärfe des Bildes wahrgenommen wird. Es ist vielleicht der Vorsicht gemäß, die Gläser dieser achromatischen Linsen nicht zusammenzukitten, um der Gefahr, daß der Kitt durch die Hitze, welcher die Objective ausgesetzt sind, geschmolzen werde, zu entgehen. Uebrigens muß bemerkt werden, daß man ohne Schaden mit Canadabalsam zusammengekittete Linsen anwenden kann, und daß auch Plössl meint, er hätte nicht gefunden, daß das Zusammenkitten Schaden verursacht habe. Chevalier brachte hinter der Vergrößerungslinse noch ein achromatisches Concavglas an, um die Vergrößerung zu steigern.

*) In dieser Zeichnung ist sowohl dieser Trieb, als der zur Bewegung in der Röhre c dienende weggelassen.

Die angegebene Einrichtung hat den Nachtheil, daß bei der senkrechten Stellung des Objecttisches die Anbringung von Objecten, die in Wasser liegen, vielfach erschwert ist. Es ließe sich diesem Uebelstande leicht abhelfen, wenn man das Licht der Beleuchtungslinse durch einen diagonalgestellten Spiegel senkrecht nach oben zu einem horizontalen Objecttische leiten, und über der Vergrößerungslinse ein rechtwinkliches Prisma anbringen würde, durch welches die Lichtstrahlen wieder eine horizontale Richtung erhielten.

Das Sonnenmikroskop kann auch zur Betrachtung opaker Gegenstände verwendet werden. Zu diesem Behufe wird das Licht, ehe es von der Sammellinse zu einem Focus vereinigt ist, durch einen diagonal stehenden Spiegel auf das seitwärts von der Achse des Beleuchtungsapparates liegende Object geleitet, oder es wird nach der Einrichtung von Pritchard (Micrograph. p. 190) das Licht mit einem Lieberkühn'schen Spiegel aufgefangen, dessen concave Fläche gegen die Beleuchtungslinse gewendet ist, und hinter dessen Oeffnung der Vergrößerungswinkel steht.

Das Bild kann auf der dem Mikroskope gegenüberliegenden (weißen) Wand des Zimmers aufgefangen werden; passender ist es dagegen, hierzu einen großen, transportabeln Schirm zu verwenden, welchen man je nach dem Intensitätsgrade der Beleuchtung dem Mikroskope unter Verkleinerung des Bildes nähern, oder unter Vergrößerung desselben entfernen kann. Dieser Schirm kann von Papier oder weißem Baumwollenzeuge sein. Auch kann man einen durchscheinenden Schirm von mattem Glase u. s. w. wählen, um das Bild von der hintern Seite her zeichnen zu können; am besten würde man hie-

zu eine mit Pflanzenpapier überzogene Spiegelplatte benutzen.

Das Sonnenmikroskop hat zum Behufe der Demonstration mikroskopischer Objecte einen großen Vorzug vor den gewöhnlichen Mikroskopen. Nicht nur können so viele Personen, als der Raum überhaupt zu fassen vermag, gleichzeitig das mikroskopische Bild sehen, wodurch viele Zeit gewonnen wird, sondern es ist auch möglich, an dem Bilde selbst das einzelne Detail zu demonstriren, während der Anfänger, welcher das mikroskopische Sehen noch nicht erlernt hat, wenn ihm unter dem gewöhnlichen Mikroskop ein Präparat gezeigt wird, der Himmel weiß wie oft, sich nicht zurecht finden und vor lauter Bäumen den Wald nicht sehen wird.

Hierauf beschränkt sich aber auch der Nutzen des Instrumentes, denn wer glauben würde, es verdiene das Sonnenmikroskop wegen der colossalen Vergrößerungen, die es gewährt, bei wissenschaftlichen Untersuchungen einen Vorzug vor dem gewöhnlichen Mikroskope, der würde sich gewaltig täuschen, indem an der Schärfe des Bildes weit mehr verloren geht, als durch die Größe gewonnen wird. Selbst wenn man die besten Objective als Vergrößerungslinse benutzt, so ist der Erfolg doch nur ein mittelmäßiger, und wenn man auch von halbschwierigen Probeobjecten noch ein erträgliches Bild erhält, so ist doch die Grenze der Leistungen weit früher, als bei'm gewöhnlichen Mikroskop erreicht; v. Mohl konnte z. B. auf den Schuppen von Hipparcha Janira nur Andeutungen der Querstreifen, aber kein deutliches Bild derselben erhalten, und noch weniger konnte er an den langen, dunkeln Schuppen von der oberen Fläche der Flügel von Lycaena Argus die Querstreifen sehen. Die Anwendung einer achromatischen Concavlinse nach dem Vorgange von Chevalier brachte in dem

Bilde keine Verbesserung hervor. Ueberdies ist die Anwendbarkeit des Sonnenmikroskopes noch durch die starke Hitze, welcher im Focus der Beleuchtungslinse die Objecte ausgesetzt sind, beschränkt, indem derbere Objecte zerstört werden können. Es paßt daher das Instrument mehr zur Betrachtung durchsichtiger zarter Objecte, welche keinen Schaden von dieser Concentration des Lichtes leiden, als für opake Objecte.

Da die Benutzung des Sonnenmikroskopes durch die Nothwendigkeit eines hellen Sonnenscheines in unsern nördlichen Gegenden äußerst beschränkt wird, so gab dieses Veranlassung dazu, künstliches Licht zur Beleuchtung zu verwenden. Die Anwendung von Lampenlicht konnte wegen Mangels an Intensität bei stärkeren Vergrößerungen kein gutes Resultat liefern und ist längst aufgegeben; dagegen glaubte man in den neueren Zeiten im Drummond'schen Lichte einen vollständigen Ersatz für das Sonnenlicht gefunden zu haben. Da man dieses Licht dadurch erhält, daß man einen Strom von brennendem Knallglas auf einen Cylinder gebrannten Kalkes leitet, so nannte man das Mikroskop, zu dessen Beleuchtung solches Licht verwendet wird, Hydroxygengasmikroskop, oder kurzweg Gasmikroskop.

Die Einrichtung des optischen Theiles ist vollkommen dieselbe, wie bei'm Sonnenmikroskope, nur fällt der vor der Beleuchtungslinse stehende Spiegel weg. Das Mikroskop ist an einem Kästchen, gleichsam an einer großen Laterne, angeschraubt, in dessen Inneren der Beleuchtungslinse gegenüber der Brenner des Gasapparates und der Kalkcylinder sich befinden. Der letztere ist auf das obere Ende einer senkrechten Schraube aufgesteckt, welcher durch die Hand oder besser durch ein Uhrwerk eine langsame Drehung aufwärts ertheilt wird, so daß beständig ein noch nicht benutzter Theil des Kalkcylinders der Einwir-

kung des brennden Gasstromes ausgesetzt wird. Das Sauerstoffgas und das Wasserstoffgas wird abgesondert in zwei Gasometern oder in Säcken von luftdichtem Zeuge aufgefangen und der Sicherheit wegen erst in der Röhre des Brenners gemengt. Am besten wendet man hierzu die Daniell'sche Vorrichtung an, bei welcher das Wasserstoffgas durch eine weite Röhre, die vorn durch eine ebene, mit etwa 6 in einem Kreise stehenden Oeffnungen versehene Metallplatte abgeschlossen ist, in die kurze und enge Röhre des Brenners geführt wird. Durch die Achse dieser für das Wasserstoffgas dienenden Zuleitungsröhre läuft die weit dünnere Zuleitungsröhre des Sauerstoffgases, welche sich im Centrum zwischen den das Wasserstoffgas ausströmenden Oeffnungen in die Höhlung des Brenners mündet. Man läßt zuerst in den Brenner nur Wasserstoffgas ausströmen und zündet dieses an; dann läßt man erst Sauerstoffgas zutreten, wobei wenige Versuche die Stellung des Hahnes an der Zuleitungsröhre des Sauerstoffgases finden lassen, bei welcher der Kalkcylinder in das heftigste Glühen kommt. Ungeachtet die Intensität des auf diese Weise erzeugten Lichtes außerordentlich groß ist, so sind doch die Leistungen des mit demselben beleuchteten Mikroskopes, selbst wenn die besten Objective, z. B. Plössl'sche, verwendet werden, über alle Erwartung gering, so daß man dieses Instrument, wenigstens so, wie es gegenwärtig existirt, für völlig unbrauchbar zu wissenschaftlichen Demonstrationen erklären muß. Für Charlatane, welche dem großen Publicum ein Schattenspiel zeigen und dieses dabei gehörig belügen, ist es gut genug, allein für die einfachste Demonstration, z. B. phytotomischer Gegenstände, völlig unzureichend. Dieses Urtheil mag übertrieben erscheinen, es soll aber zur Unterstützung desselben nur angeführt werden, daß mit einem In=

strumente dieser Art, dessen Anführung durch Plössl vortrefflich ist, ebensowohl bei'm Gebrauche der dazu gehörigen Objective, als bei'm Anschrauben der Objective des gewöhnlichen Plössl'schen Mikroskopes die Höhe um die Tüpfel des Tannenholzes und die Spiralfasern in den Rindenzellen tropischer Orchideen kaum so weit deutlich machen konnte, daß Jemand, welcher diese Objecte schon im gewöhnlichen Mikroskope gesehen hat, sie in diesem Bilde wieder aufzufinden im Stande gewesen wäre, daß es aber bei dem völligen Mangel an Präcision dieses Bildes eine reine Unmöglichkeit gewesen wäre, durch dasselbe eine klare Vorstellung vom Baue dieser Theile zu erhalten.

Es möge der Grund dieser geringen Leistung des Gasmikroskopes in Vergleichung mit dem Sonnenmikroskope dahingestellt sein; wahrscheinlicherweise ist es aber nicht in der Art des hierbei verwendeten Lichtes, als in der geringen Intensität, welche dasselbe in Vergleichung mit dem Sonnenlichte besitzt, zu suchen. Wenn die Methode von Fizeau geeignet ist, bei der Messung dieses Verhältnisses ein genaues Resultat zu liefern, so ist die Intensität des Drummond'schen Lichtes $\frac{1}{146}$ von der des Sonnenlichtes. Ein um sehr viel intensiveres Licht erhält man, wenn man die Electricität einer starken galvanischen Batterie zwischen Kohlenspitzen überströmen läßt; nach den Versuchen von Fizeau übertrifft das auf diese Weise durch eine Bunsen'sche Batterie von 80 Elementen erhaltene Licht ungefähr 30 mal das Drummond'sche Licht an Intensität. (Ueber die Intensität des galvanischen Lichtes in Vergleich mit dem Sonnenlichte, aus dem Bulletin de la société d'encouragement. 1845. übersetzt in Dingler's polytechnischen Journ., Bd., C. p. 115.) Dieses galvanische Licht wurde von Donné und Leon Fou-

cault zur Beleuchtung eines im Wesentlichen mit dem Sonnenmikroskope übereinstimmenden Apparates gebraucht, welchem sie dem Namen des photo-electrischen Mikroskopes beilegten. (Bulletin de la société d'encouragement. 1845. Dingler's polytechn. Jour. Bd. C, S. 101). Es scheint überflüssig zu sein, die mechanische Einrichtung dieses Instrumentes im Detail zu beschreiben (es wird deßhalb auf die ebengenannte Originalabhandlung verwiesen); dagegen mögen folgende Erläuterungen des angewendeten Verfahrens nicht am unrechten Platze sein.

Zur Entwickelung des Lichtes zeigten sich aus gewöhnlicher Kohle verfertigte Spitzen gänzlich unbrauchbar, weil die Farbe und Intensität des Lichtes beständig wechselten; dagegen konnte die compacte und sehr harte Kohle benützt werden, welche sich in den Destillationsapparaten der Steinkohle bei der Gewinnung von Leuchtgas absetzte. Diese Kohle läßt man vom Steinschneider in viereckige Stäbchen von 10 Centimeter Länge und 3 Millimeter Breite schneiden. Diese Kohlenstäbchen, welche die Electricität sehr gut leis'ten, verbrennen unter dem Einfluß einer starken Batterie in freier Luft langsam mit einem weißen, beständigen und sehr intensiven Lichte. Wenn das Licht zur Beleuchtung des Mikroskopes hell genug sein soll, so muß die Electricität von wenigstens 60 Bunsen'schen Elementen durch diese Stäbchen geleitet werden. Dieselben werden innerhalb des Kastens, an welchem das Mikroskop befestigt ist, mittelst eines ziemlich complicirten Mechanismus einander gegenübergehalten, durch welchen nicht nur eine im Verhältniß ihrer Abnützung stehende Annäherung mittelst eines Triebes bewirkt wird, sondern auch mittelst Drehung der Stäbchen um ihre Horizontal- und Verticalachse dieselben sogleich von einander entfernt, ihr Licht ausgelöscht, und bei neuer Annäherung wieder

entzündet werden kann. Der Versuch, dieses Licht vermöge der Sammellinsen eines Gasmikroskopes auf das Object zu concentriren, gab ein schlechtes Resultat; dieser Zweck wurde durch einen belegten Hohlspiegel von 8 Centim. Focus und 10 Centim. Breite, welcher, 15 Centim. von den Kohlenspitzen entfernt, in einem Abstand von etwa 20 Centim. ein vergrößertes Bild derselben entwarf, besser erreicht. Die Wärme, welche bei der Verbrennung dieser Kohlenspitzen entwickelt wird, ist so beträchtlich, daß in dem Focus des Spiegels organische Substanzen beinahe augenblicklich verbrannt wurden. Es mußte daher ein Mittel gefunden werden, die Wärmestrahlen, welche dem Lichte beigemengt sind, zu absorbiren. Es gelang dieses durch Anbringung eines mit parallelen, von Spiegelglas gefertigten Seiten versehenen Gefäßes, welches mit einer gesättigten Auflösung von Alaun gefüllt und vor den Hohlspiegel gestellt wurde, so daß das Licht diese Auflösung zweimal durchdringen mußte. Die Intensität dieses Lichtes war im Anfange der Versuche am stärksten und nahm mit der Wirksamkeit der Batterie ab; es wurde daher nothwendig, die Stärke des galvanischen Stromes zu reguliren. Dieses geschah dadurch, daß der eine Leitungsdraht an einer Stelle unterbrochen und die beiden Enden des Drahtes mit dreieckigen Stücken von Platinblech in Verbindung gesetzt wurden, welche letztere mehr oder weniger tief in schwach gesäuertes Wasser eingetaucht wurden und dadurch eine mehr oder weniger vollständige Leitung herstellen. Die Intensität des Lichtes ist so groß, daß, wer längere Zeit dasselbe betrachtet, in der nächsten Nacht von einer heftigen und sehr schmerzhaften Augenentzündung befallen wird; es wurde deßhalb nöthig, in den Kasten, in welchem das Licht entwickelt wird, sehr dunkel gefärbte Gläser einzusetzen, um durch diese das Licht

betrachten und reguliren zu können. Als Mikroskop wurde der optische Apparat eines mit achromatischen Linsen und einer Chevalier'schen achromatischen Concavlinse versehenen Sonnenmikroskopes verwendet und der Schirm in drei Meter Entfernung vom Mikroskope aufgestellt. Ueber die Leistungen des Mikroskopes läßt sich nicht urtheilen, da Donné keine an bestimmten Probeobjecten angestellte Beobachtungen anführt.

Nach demselben Principe, welches dem Sonnenmikroskope zu Grunde liegt, construirte Harting (**Bullet .de sciens. phys. en Neerlande.** 1839, p. 353) ein tragbares Instrument. Dasselbe besteht im Wesentlichen aus einem einfachen Mikroskope, dessen Stativ Wollaston'sche Einrichtung hat und dessen Vergrößerungsgläser aus kleinen Glaskügelchen bestehen. Wenn das Instrument als Sonnenmikroskop benützt werden soll, so wird das Bild der Sonne durch den Beleuchtungsspiegel und die planconvexe Linse des Statives auf das Object geworfen und über die vergrößernde Linse ein auf besonderem Arm befestigter, umgekehrter, innen geschwärzter Conus von Blech gestellt, welcher etwa 5'' Höhe und an seiner nach oben gewendeten Oeffnung eben so viel Breite hat. Die obere Oeffnung desselben ist mit einer mattgeschliffenen Glasplatte zum Auffangen des Bildes bedeckt. Um das Tageslicht von dem Bilde abzuhalten, wird ein an seiner Spitze mit einer Oeffnung versehener conischer Deckel aufgesetzt, oder, wenn mikrometrische Messungen und dergl. vorgenommen werden sollen, über den Kopf des Beobachters und den obern Theil des Instrumentes ein Tuch gehängt. Harting benützte diesen Apparat vorzugsweise zu mikrometrischen Messungen und giebt an, mittelst desselben wenigstens auf $\frac{1}{5000}$ Millim. genau messen zu können.

Einige Vorschläge zur Verbesserung des Sonnenmikroskopes, welche jedoch bis jetzt zu keinem praktischwichtigen Resultate geführt haben, sind folgende:

Brewster (treat. on the microsc 110) schlug vor, anstatt einer achromatischen Vergrößerungslinse eine Linse von solcher Form zu gebrauchen, daß dieselbe, wenn ihre vordere Fläche in eine Flüssigkeit tauche, durch diese achromatisirt werde. Zu diesem Behufe schlägt er vor, die Linse in das eine Ende einer horizontalen Röhre einzukitten, deren anderes Ende durch ein Planglas verschlossen sei, und welche auf der nach oben gewendeten Seite eine Oeffnung besitze. In diese Röhre sollte eine Flüssigkeit gegossen und durch die bemerkte Oeffnung das Object eingeführt und in den Focus der Linse gestellt werden. Die Objecte wurden je nach den Umständen in die Flüssigkeit direct eingetaucht oder in Glasfläschchen, welche eine andere Flüssigkeit enthalten, eingeschlossen und mit diesen in die Flüssigkeit der Röhre eingetaucht. Die Linse, glaubt Brewster, könne mit Vortheil von Flußspath verfertigt werden, indem dieser wegen seiner geringen Zerstreuungskraft mit Wasser eine achromatische Combination geben könne. Der ganze Vorschlag ist, wie man sieht, völlig unpraktisch.

Der Gedanke, bei'm Sonnenmikroskope anstatt achromatischer Vergrößerungsgläser concave Spiegel anzuwenden, lag nahe, allein die praktische Ausführung unterliegt großen Schwierigkeiten. Dr. Goring (microgr. 95) verwendete hiezu ein Amici'sches Mikroskop (nicht bloß den Spiegel, sondern das ganze Instrument), jedoch mit sehr geringem Erfolge, indem diese Vorrichtung nur die leichtesten gestreiften Probeobjecte zeigte. Den Grund dieser geringen Leistung sucht Goring in der schwachen Vergrößerungskraft des Spiegels und in der durch die mechanische Einrichtung des Instrumentes begründeten Un-

möglichkeit, volles Licht zu geben. Goring führt jedoch an, daß einer seiner Freunde die Spiegel ohne die Röhre und das Ocular verwendet hätte und mit dem Resultate sehr zufrieden gewesen sei. Eben so ist Brewster (treat. on the micr. 112) der Ansicht, daß sich auf diesem Wege ein sehr günstiges Resultat erhalten lasse. Er macht zu diesem Behufe zwei Vorschläge für die Einrichtung des Instrumentes. Nach dem einen würde das Object (Fig. 117, o,o zwischen den Beleuchtungsapparat und den mit seiner concaven Fläche von dem Objecte abgewendeten, in der Mitte durchbrochenen Concavspiegel a a gestellt; der Oeffnung des Spiegels und der concaven Seite desselben gegenüber würde ein Planspiegel c angebracht. Bei durchsichtigen Objecten würde das Licht durch das Object und die Oeffnung des Spiegels auf den Planspiegel fallen und von diesem auf den Concavspiegel reflectirt werden, welcher nun das vergrößerte Bild o′, o′ neben dem kleinen Planspiegel vorüber rückwärts werfen würde; bei undurchsichtigen Objecten würde die Beleuchtung durch einen auf der Rückseite des Concavspiegels angebrachten Lieberkühn'schen Spiegel b, b bewirkt, wobei der fernere Weg des Lichtes wie im vorigen Falle wäre. Nach dem zweiten Vorschlage würde das Object o, o der concaven (vom Beleuchtungsapparat abgewendeten) Seite des Spiegels (Fig. 118, d, d) gegenübergestellt, und das Licht durch eine im Centrum des durchbohrten Spiegels angebrachte Sammellinse c auf dasselbe concentrirt; wenn dasselbe durchsichtig wäre, würde dagegen das Licht einer seitwärts angebrachten Sammellinse mittelst eines diagonalgestellten Planspiegelchens durch das Object zum Concavspiegel geleitet. Bei dieser zweiten Einrichtung würde das vom Objecte ausgehende Licht nur einer einfachen Reflexion auf dem Concavspiegel

und nicht, wie bei der ersten Einrichtung und bei'm Amici'schen Mikroskope, einer doppelten unterworfen. Beide Vorschläge scheinen von Brewster niemals praktisch ausgeführt worden zu sein.

Um dem Mangel an Schärfe, an welchem das Bild des gewöhnlichen Sonnenmikroskopes leidet, abzuhelfen, wendete **Dr. Goring**, anstatt der achromatischen Objective, ein zusammengesetztes Mikroskop als vergrößernden Apparat des Sonnenmikroskopes an. Von diesem Instrumente, welches er **Solar Engiscope** nannte, rühmt sein Erfinder (micrograph. 82), daß es, mit wenigen Ausnahmen, alle Objecte, welche sein vergrößernder Apparat erkennen lasse, wenn er als gewöhnliches Mikroskop verwendet werde, auch bei der Beleuchtung mittelst des Sonnenlichtes zeige. Da diesem zufolge dieses Mikroskop die Leistungen des gewöhnlichen Mikroskopes nicht völlig erreicht, so bleibt ihm, wie dem gewöhnlichen Sonnenmikroskope, nur der Vorzug, daß mehre Personen zugleich das Bild betrachten können. Der Beleuchtungsapparat ist im Wesentlichen wie bei'm gewöhnlichen Sonnenmikroskope eingerichtet; **Dr. Goring** brachte zwar das Mikroskop nicht am Laden eines dunkeln Zimmers, sondern an einem im gewöhnlichen Zimmer stehenden Schirme an, allein dieses ist ohne Bedeutung. Als Beleuchtungslinse räth Goring ein achromatisches Glas von 5″ Oeffnung und 1′ Focus an; wer eine bedeutende Ausgabe auch für einen untergeordneten Zweck nicht zu scheuen hat, mag diesen Rath befolgen, allein den Meisten werden die sehr beträchtlichen Kosten, welche eine solche Linse verursachen würde, außer allem Verhältnisse mit dem zu erreichenden Zwecke zu bestehen scheinen. Den Focus der Beleuchtungsapparate räth Goring, um das Maximum der Beleuchtung zu erhalten, auf das Objectiv des Mikroskopes zu richten; wünsche man eine

schwächere Beleuchtung, so müsse das Objectiv einwärts vom Focus des Beleuchtungsapparates gestellt werden. Als vergrößernder Apparat wird, wie schon bemerkt, ein zusammengesetztes Mikroskop verwendet, welches eine horizontale Lage hat, und dessen Ocularende in eine **Camera obscura** eingestellt wird. In dieser ist ein rechtwinkliches Prisma*) oder ein Metallspiegel angebracht, um das Bild unter einem rechten Winkel auf den Boden der **Camera obscura** abwärts zu werfen, welcher letztere, um nicht bloß in der Mitte, sondern auch an den Seiten des Gesichtsfeldes scharfe. Umrisse zu erhalten, concav gekrümmt und mit Papier oder Gyps überzogen ist Oben ist die **Camera obscura** mit 2 oder 3 Oeffnungen versehen, um eben so viele Personen zugleich in dieselbe sehen zu lassen; ihre Seitenwendungen sind zum Herausnehmen eingerichtet, um ein Nachzeichnen des Bildes möglich zu machen.

Die **Camera obscura** ist, wie man sieht, kein nothwendiger Bestandtheil dieses Mikroskopes, sondern wurde offenbar von Goring nur gewählt, um das finstere Zimmer zu ersetzen

Will man opake Gegenstände mit diesem Instrumente beobachten, so wird das Licht des Beleuchtungsapparates, ehe es in's Mikroskop fällt, durch einen Planspiegel seitwärts auf das Object geworfen. Die Leistungen des Instrumentes werden jedoch in dieser Beziehung von **Dr.** Goring nicht hoch angeschlagen, namentlich wegen der Unmöglichkeit, diese Objecte in den Focus des Beleuchtungsapparates zu bringen, ohne sie zu verbrennen; ein Uebel-

*) Dr. Goring giebt den Rath, die Hypotenuse dieses Prisma's wie einen Spiegel zu belegen. Dieses ist zum mindesten ganz unnöthig, indem an der Hypotenuse eines rechtwinklichen Prisma's eine vollständige Reflexion Statt findet.

stand, welcher bei durchsichtigen, feinen Objecten niemals eintritt.

Die Leistungen des von **Goring** construirten Instrumentes scheinen, nach seinen Angaben, nicht unbeträchtlich gewesen zu sein, denn er führt an, daß es mit starken Objectiven von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{18}$ Zoll Focus und 55° Oeffnung alle Zeichnungen von den Schuppen einer **Podura** deutlich zeige und eben so, was weit mehr sagen will, die Längen- und Querstreifen der Schuppen von **Pieris brassicae** sehen lasse. Das Bild sei jedenfalls in Folge seines Achromatismus besser, wenngleich lichtschwächer, als ein gleichgroßes, durch Anwendung von einfachen achromatischen Linsen, von Dublets und Triplets erhaltenes. Einigen Versuchen zufolge, welche ich mit einem analog construirten Instrumente anstellte, kann ich nicht umhin, dieser Einrichtung einen Vorzug vor dem gewöhnlichen Sonnenmikroskope zuzuschreiben. Wendet man dieselben Objective für sich allein bei'm gewöhnlichen Sonnenmikroskope an, so erhält man durch dieselben eine weit schwächere Vergrößerung, als wenn man hinter denselben eine mit einem Oculare versehene Mikroskopröhre anbringt. Da hiebei das Licht sehr geschwächt wird, so man muß das Bild in der Entfernung weniger Fuße von dem Oculare auffangen, erhält aber auch alsdann ein hellbeleuchtetes Bild von einer sehr befriedigenden Reinheit und Farblosigkeit, welches sich zu Demonstrationen sehr gut eignet, wenn es auch zum Behufe wissenschaftlicher Untersuchungen nicht mit dem Bilde des gewöhnlichen Mikroskopes in die Schranken treten kann.

3) Das katadioptrische Mikroskop.

Der Gedanke, bei der Verfertigung zusammengesetzter Mikroskope concave Spiegel, anstatt convexer Glaslinsen, als Objectiv zu verwenden, war ein viel-

fach lockender. So lange die Newton'sche Ansicht, daß mit jeder Brechung des Lichtes in durchsichtigen Medien nothwendigerweise auch eine Farbenzerstörung verbunden sei, für richtig galt, mußte man die Herstellung achromatischer dioptrischer Mikroskope für eine Unmöglichkeit erklären; es war daher sehr natürlich, daß der schon von Newton entworfene, aber wie es scheint, nicht ausgeführte (Brewster, treat. on the microsc. 79) Plan, Spiegelmikroskope zu verfertigen, im vorigen Jahrhunderte mehre Versuche zur Ausführung solcher Instrumente veranlaßte. Später, als durch Dollond die Möglichkeit, achromatische, dioptrische Fernröhre zu verfertigen, bewiesen war, konnte zwar der Versuch, auf analoge Weise achromatische Mikroskope zu verfertigen, nicht unterbleiben, allein die Ausführung derselben ließ noch ein zweites Jahrzehnt unseres Jahrhunderts, ungeachtet Fraunhofer und Amici sich der Verfertigung achromatischer Mikroskopobjective gewidmet hatten, dennoch auch sehr bescheidene Wünsche so unbefriedigt, daß Amici den begonnenen Weg, das dioptrische Mikroskop zu verbessern, wieder verließ und sich der Vervollkommnung des Spiegelmikroskopes widmete. Obgleich diesem begabten Manne sein Plan in hohem Grade gelang und durch sein katadioptrisches Mikroskop das dioptrische auf eine Zeit lang in Schatten gestellt wurde, so änderte sich doch das Verhältniß wieder, als das durch Selligue zuerst eingeschlagene Verfahren der Zusammensetzung der Mikroskopobjective aus mehren Linsen für das dioptrische Mikroskop eine neue Bahn des Fortschrittes eröffnete, auf welcher wiederum Amici die höchste Stufe erreichte.

Wenngleich auf diese Weise, wenigstens für jetzt, das dioptrische Mikroskop dem Spingelmikroskop den Vorrang abgelaufen hat, so könnten sich doch bei

den Schwankungen, die sich hier, wie bei allen menschlichen Unternehmungen zeigen, vielleicht wieder in kurzer Zeit entgegengesetzte Ansichten Bahn brechen, und so mag es nicht überflüssig sein, wenn hier, obgleich nur mit wenigen Worten, auch vom Reflexionsmikroskope Erwähnung geschieht. Es ist hierbei überflüssig, auf die vor Amici gemachten Versuche zurückzugehen.

Amici (annal. de chimie et de physique. XVII. 1817 412) brachte an dem einen Ende der horizontalgestellten, einen Fuß langen Mikroskopröhre einen mit seiner polirten Seite gegen das Innere der Mikroskopröhre gewendeten, metallenen Concavspiegel (Fig. 119) von genau elliptischer Krümmung an, welcher 1″ Durchmesser und $2\frac{6}{10}$″ Brennweite hatte. Vor demselben steht ein Planspiegel d, welcher $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser hat und in diagonaler Richtung gegen den elliptischen Spiegel und gegen die untere, an dieser Stelle (bei c) durchbrochene Seite der Mikroskopröhre geneigt ist, und dessen Mittelpunct von dem elliptischen Spiegel um $1\frac{1}{2}$″ absteht. Das Object liegt unterhalb der seitlichen Oeffnung der Mikroskopröhre, $1\frac{1}{2}$ Zoll von der Oeffnung entfernt, in dem Brennpuncte des elliptischen Spiegels auf einem gewöhnlichen Objecttische e. Die von demselben auf den Planspiegel fallenden Lichtstrahlen werden von diesem auf den elliptischen Spiegel geworfen und von dem letzteren neben dem Planspiegel vorüber in die Röhre des Mikroskopes reflectirt und im zweiten Focus des Spiegels zu einem Bilde vereinigt, welches durch ein Ocular i betrachtet wird. Die verschiedenen Vergrößerungen werden, ohne den Spiegel zu wechseln, durch Anwendung verschieden starker Oculare erhalten; die stärkste derselben beträgt 1000 Durchmesser. Die Beleuchtung durchsichtiger Objecte wird durch einen Concavspiegel g, die der opaken Objecte

durch das bloße Tageslicht oder durch Lampenlicht, je nach den Umständen mit Hülfe des Lieberkühn'schen Spiegels und einer am Objecttische angebrachten Beleuchtungslinse f bewirkt.

Das Bild dieses Mikroskopes war bei der genauen elliptischen Form des Spiegels frei von sphärischer Aberration, von der chromatischen war es ohnedies befreit, indem es nicht durch Brechung, sondern durch Reflexion gebildet war; auch wurde einstimmig diesem Mikroskope in Hinsicht auf Schärfe des Bildes der Vorzug von allen damals existirenden Mikroskopen zuerkannt. Dagegen litt dieses Mikroskop an großem Lichtmangel, nicht nur weil durch die doppelte Reflexion viel Licht verloren ging, sondern auch, weil der Concavspiegel einen zu großen Focus und eine zu geringe Oeffnung hatte, und der Planspiegel bei seiner bedeutenden Größe einen beträchtlichen Theil des vom Concavspiegel zurückgeworfenen Lichtes auffing, welcher letztere Umstand eine nebliche Trübung in der Mitte des Gesichtsfeldes erzeugte, wenn nicht sehr starke Oculare angewendet wurden (Goring micrographia, 4). Die Vorzüge dieses Instrumentes auf der einen und die Mängel auf der andern Seite veranlaßten Dr. Goring zu dem Versuche, Verbesserungen an demselben anzubringen, welche ihm auch mit Hülfe von Pritchard gelangen. Dieses verbesserte Instrument ist mit sechs zum Auswechseln bestimmten, elliptischen Spiegeln von verschiedener Stärke versehen, von welchen der schwächste 2″ Focus und einen Oeffnungswinkel von $13\frac{3}{4}^{0}$, der stärkste $\frac{3}{10}$″ Focallänge und einen Oeffnungswinkel von 50^{0} besitzt. Hiemit war, wie bei den neueren achromatischen Mikroskopen, das Mittel gewonnen, die stärkeren Vergrößerungen nicht mit starken Ocularen erzwingen zu müssen, sondern durch starke Objective mit großem Oeffnungswinkel zu erhalten.

dabei trat freilich die große Unbequemlichkeit ein, daß der Focus des stärksten Spiegels in das Innere der stärksten Mikroskopröhre selbst fiel, so daß das Object durch die seitliche Oeffnung in dieselbe eingeschoben werden mußte. Die Größe des Planspiegels zur Größe des Concavspiegels variirte von $\frac{1}{3}$ bis zu $\frac{1}{2}$ vom Durchmesser des ersteren. Die Vergrößerungen des Mikroskopes steigen von den Vergrößerungen einer Linse von $\frac{1}{2}$'' Focus bis zu der einer Linse von $\frac{1}{60}$'' Brennweite.

Auch dieses Mikroskop litt, nach **Dr. Goring's** eigenen Angaben, im Verhältniß zu einem dioptrischen an Lichtmangel, so daß derselbe die Helligkeit des katadioptrischen Mikroskopes nur etwa zu $\frac{1}{3}$ der Helligkeit eines dioptrischen von gleicher Oeffnung anschlägt (**micrographia, 113**). Als einen größeren Uebelstand betrachtet jedoch Goring die eigenthümliche braune Farbe des Bildes dieser Mikroskope, welche demselben das Aussehen einer auf braunem Papiere entworfenen Zeichnung gebe, wenn nicht künstliches Licht zur Beleuchtung verwendet werde, wobei diese unangenehme Farbe unmerklicher werde. Wenn schon diese beiden Umstände dem dioptrischen Mikroskope einen bedeutenden Werth vor dem katadioptrischen zuerkennen lassen, so spricht zu Gunsten des ersteren hauptsächlich die große Geneigtheit aller aus Spiegelmetall verfertigten Spiegel, mit der Zeit anzulaufen, durch welchen Umstand natürlicherweise das Instrument zu Grunde geht. Schon die Reinigung der Spiegel von Staub und Schmutz, mittelst eines Pinsels und Abwaschens mit Alcohol, muß mit der äußersten Vorsicht geschehen, um die Politur nicht zu verderben. Noch gefährlicher ist das von **Dr. Goring (micrographia, 21)** vorgeschlagene Mittel, um den braunen Ueberzug, der sich oft mit der Zeit am Spiegel absetzt, zu entfernen, nämlich einen Augenblick dauernde Benetzung des Spiegels mit einer

gesättigten Auflösung, von Citronensäure und sofortiges Abwaschen mit Wasser und Alcohol.

Diese Umstände und zugleich der hohe Preis der Spiegelmikroskope (Amici verkaufte die seinigen um 800 bis 900 Franken) ließen bei der kurz nach ihrer Verfertigung eingetretenen Verbesserung der dioptrischen Mikroskope diese Instrumente wieder außer Uebung kommen. Vielleicht kommt eine neue Periode ihrer Einführung, wenn das Steinheil'sche Verfahren, Metallspiegel durch galvanoplastische Niederschlagung von reinem Golde zu verfertigen, auf das Mikroskop angewendet wird, indem auf diese Weise mit sehr geringen Kosten Spiegel verfertigt werden könnten, welche der Gefahr des Anlaufens gar nicht unterworfen wären, aber freilich wegen der geringen Härte des Goldes bei der mechanischen Reinigung weit größere Sorgfalt als die aus Spiegelmetall verfertigten erfordern würden.

Der Gedanke zur Ausführung eines katadioptrischen Mikroskopes ein einziges Glasstück zu verwenden, welcher ursprünglich Amici angehörte, wurde von Prof. Cavallri in Monza zur Ausführung gebracht. Von der Einrichtung seines Mikroskopes giebt folgende Beschreibung eine Vorstellung (Atti della sesta reunione de gli scienziati italiani 1845, 42). Dieses Mikroskop besteht aus einem verticalen Glascylinder von etwa 9''' Durchmesser. Die untere, gegen das Object gewendete und von demselben etwa 7''' abstehende Basis des Cylinders ist nach außen concav und besteht aus einer centralen sphärischen Aushöhlung (calotta), welche von einer andern sphärischen Oberfläche von einen größern Halbmesser umgeben ist, welche ebenso, wie die erstere ihr Centrum in der Achse des Cylinders liegen hat. Die obere Fläche des letzteren ist aus zwei analogen Theilen gebildet; auf die nach außen schwach concave

Aushöhlung (calotta) folgt eine convexe Zone. Die Aushöhlung der untern Basis und die Zone der obern ist mit Staniol belegt; die erstere versieht gegen das Innere des Cylinders hin die Function eines convexen, die zweite eines concaven Spiegels. Der Verfasser bemerkte, daß in Folge dieser Construction sein Mikroskop nichts Anderes, als ein gerades und im kleinsten Maßstabe ausgeführtes Cassegrain'schen Fernrohr ist. Ein vom Objecte ausgehender Lichtstrahl beschreibt innerhalb des Glases einen aus drei geraden Linien bestehenden gebrochenen Weg und erleidet bei'm Ein- und Austritte keine merkliche Refraction, indem er in beiden Fällen Oberflächen trifft, auf welche er nahezu senkrecht auffällt. Der Verfasser führte an, daß er sein Instrument auf 4'' Länge reduciren könne und doch eine starke Vergrößerung erhalte.

Viertes Capitel.

Nebenapparate des Mikroskopes.

Den meisten Mikroskopen ist eine größere oder geringere Anzahl von Nebenapparaten beigegeben, welche zu sehr verschiedenen Zwecken dienen und von denen ein großer Theil hier zusammengefaßt werden sollen, während andere richtigere und allgemeinere in besondern Capiteln behandelt werden. Manche von diesen Nebenapparaten dienen zu speciellen Zwecken und werden gewöhnlichen Mikroskopen gar nicht beigegeben, ja manche sind ganz überflüssig. Wir wollen die richtigeren hier aufführen, denn eine Vollständigkeit bei dieser Uebersicht erreichen zu wollen, würde einerseits überflüssig und anderntheils gar nicht möglich sein, da specielle Verwendung des Mikroskopes

zu verschiedenen Zwecken eine endlose Modification solcher Apparate mit sich führt und Jeder, der sich des Mikroskopes zu einen bestimmten Zwecke bedient, sich auch seine Hülfsapparate seinem individuellen Zwecke gemäß am besten wird einrichten können. Es zerfallen diese Nebenapparate in zwei Classen: erstlich in solche, welche zur Beleuchtung der Objecte und zweitens in solche, welche zum Halten der zu untersuchenden Objecte dienen.

Blendungen.

Eine sehr zweckmäßige Blendungsvorrichtung, von der wir schon weiter oben, im zweiten Capitel bei Beschreibung der zusammengesetzten Mikroskope redeten, ist eine drehbare, mit Oeffnungen versehene Scheibe unter dem Objecttisch.

Wenn man dieser nach Art von der auf Fig. 87 abgebildeten 8 bis 10 Oeffnungen mit abnehmender Größe giebt, so erreicht man den Zweck einer gradweisen Modification des Lichtes ziemlich gut; wenn jedoch, wie das sehr häufig geschieht, nur 3 bis 4 Oeffnungen in der Scheibe sind, so sind die Abstufungen der durch dieselben gegebenen Lichtgrade viel zu groß, wenn nicht zugleich noch andere Vorrichtungen zur Beschränkung des Lichtes angebracht sind. Es ist nichts weniger als gleichgültig, ob die Scheibe unmittelbar unter dem Objecttische angebracht ist, oder ob sie eine gewisse Strecke, z. B. in der Entfernung eines Zolles, unterhalb desselben steht, wie z. B. bei dem auf Fig. 89, 90 abgebildeten Apparate. Je weiter abwärts die Scheibe angebracht ist, desto mehr wird durch eine in derselben angebrachte Oeffnung von bestimmter Größe das Licht beschränkt; man kann daher bei tiefstehenden Scheiben die kleinsten Oeffnungen entbehren. Man muß jedoch nicht glauben, daß größere Oeffnungen in einer

tiefstehenden Scheibe die gleiche Wirkung, wie kleine Oeffnungen in einer hochstehenden Scheibe, ausüben; wenn auch durch beide, im Ganzen genommen, gleich viel Licht in's Mikroskop gelangt, so ist doch die Vertheilung desselben eine ganz andere. Fällt nämlich das Licht durch die größere Oeffnung einer tiefstehenden Scheibe ein, so breitet es sich über das ganze Gesichtsfeld des Mikroskopes ziemlich gleichförmig aus, man wird deßhalb das ganze Gesichtsfeld und Object von einem gleichförmig schwachen Lichte beleuchtet sehen; fällt dagegen das Licht durch eine kleine Oeffnung einer nahe unter dem Object stehenden Scheibe, so wird dasselbe nur auf den mittleren Theil des Gesichtsfeldes treffen, diesen hell beleuchten, aber den Umkreis dunkel lassen. Der Erfolg für die mikroskopische Beobachtung ist in diesen zwei Fällen ein wesentlich verschiedener. Die erste Art der Beleuchtung paßt für schwache und lichtstarke Vergrößerungen, mittelst deren man ein größeres Object auf einmal übersehen will; die zweite eignet sich dagegen für stärkere und lichtschwächere Vergrößerungen, mittelst deren man einen kleinen Theil des Objectes hell beleuchtet sehen, ringsum dagegen störendes Licht abhalten will. Das letztere ist im Allgemeinen das wichtigere, und da überdies der erstere Zweck auch durch andere Mittel leicht erreicht werden kann, so hält man es für einen Fehler, die Scheibe tief unter dem Objecttische anzubringen. Im Allgemeinen ist es zwar hinreichend, wenn die Scheibe, wie dieses bei dem auf Fig. 88 dargestellten Objecttische der Fall ist, gleich unter dem Objecttische steht; allein besser kann man mit einer Einrichtung zufrieden sein, die Mohl an einem seiner Mikroskope anbringen und, in dessen Objecttisch er von der untern Seite her eine kreisförmige Vertiefung eindrehen und in diese die Scheibe versenken ließ, so daß zwischen ihr und dem

Objecte nur noch eine dünne Metallplatte übrig bliebt.

Diesen letzteren Zweck, kleine Oeffnungen dem Objecte möglichst nahe zu bringen und zugleich ganz allmählige Uebergänge in der Stärke der Beleuchtung hervorzubringen, erfüllen die beweglichen Blendungen, wie sie z. B. die neueren Oberhäuser'schen Mikroskope besitzen, auf eine noch vollkommenere Weise, als die Scheibe. Es sind diese Blendungen (Fig. 71) mit zum Theile sehr kleinen Oeffnungen *) versehen und sind am obern Ende einer kleinen Metallröhre angebracht, welche letztere in die Oeffnung des Objecttisches eingesetzt wird und durch einen Trieb oder einen Hebel (Fig. 73, t) gehoben und gesenkt werden kann, welche Vorrichtung erlaubt, die Blendung bis unmittelbar unter die Glasplatte, auf welcher das Object aufliegt, in die Höhe zu heben. Die Wirkung dieser Blendungen ist bei stärkeren Vergrößerungen eine sehr günstige, und sie sind unzweifelhaft bei diesen der Scheibe vorzuziehen, nicht bloß, weil ihre Oeffnung dem Objecte näher gebracht werden kann, als die Oeffnungen einer drehbaren Scheibe, sondern auch deßhalb, weil in der Bewegung derselben nach aufwärts und abwärts das Mittel gegeben ist, den Helligkeitsgrad auf's Feinste modificiren zu können. Hr. v. Mohl findet dagegen an der mechanischen Einrichtung, wie sie gegenwärtig an den Mikroskopen angebracht wird, Manches auszusetzen. Die Blendungen sollten ausgewechselt werden können, ohne das Object von seinem Platze zu bewegen; das

---

*) Bei einem Oberhäuser'schen Mikroskope, an welchem Mohl diese Blendungen maß, finden sich drei derselben: die Oeffnung der einen hat einen Durchmesser von 2''', die zweite von 1''', die dritte von $\frac{12}{50}$'''. Die Engländer nennen diese Blendung dark chamber, dunkle Kammer.

letztere ist bei der jetzigen Einrichtung nothwendig, weil die Blendung von oben her durch die Oeffnung des Objecttisches eingesetzt; hiebei ist man genöthigt, das Object von dem Objecttische wegzunehmen und läuft Gefahr, nachdem dasselbe wieder unter das Mikroskop gebracht ist, die Stelle, an deren Beobachtung gerade viel liegt, nicht mehr aufzufinden; jedenfalls ist hiezu in vielen Fällen Mühe und Zeit nöthig, und man muß sogar zu diesem Zwecke oft ein schwächeres Objectiv anschrauben, um durch sein größeres Gesichtsfeld die Auffindung zu erleichtern. Es wäre daher passender, die mechanische Einrichtung so zu ändern, daß die Blendungen unterhalb des Objecttisches eingesetzt würden. Mit der gegenwärtigen Einrichtung vergleichen kann man, wegen der Schnelligkeit, mit welcher man durch Drehung der Scheibe die verschiedensten Lichtgrade augenblicklich abwechseln lassen kann, ohne das Object zu berühren, die Scheibe den beweglichen Blendungen vorziehen.

Lichtverstärkungsapparate.

Wollaston's Sammelglas oder Condensor. Dies Instrument wird, wie das vorhergehende, unter dem Stativ angebracht; es besteht aus einer kurzen Röhre, in welchem eine planconvexe Linse von ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll Brennweite auf- und niedergeschoben werden kann. Der Apparat ist in Fig. 19 im Durchschnitt dargestellt, und in Fig. 68 in einem Mikroskope angebracht, indem die gefaßte Linse mittelst zweier Griffe auf- und niedergeschoben werden kann. Zur genauen Bestimmung wendete Wollaston eine Blendung über dem Spiegel, zwischen demselben und der Linse an, wogegen es in der Praxis weit zweckmäßiger gefunden worden ist, die Blendung zwischen Linse und Object anzubringen. Diese Verbesserung war eine Erfindung Goring's und ist in der Praxis

sehr zweckmäßig, da die dabei angewendete Röhre weit kürzer als die Wollaston'sche, die erreichte Schärfe aber weit größer ist. Wollaston bemerkt, daß die Stärke der Beleuchtung von dem Durchmesser der Beleuchtungslinse abhängt, und das Verhältniß des Bildes von der Oeffnung, und daher nach den Wünschen des Beobachters regulirt werden kann.

Der achromatische Condensor. — Obgleich der vorstehend beschriebene Wollaston'sche Condensor eine bedeutende Verbesserung gegen die gewöhnliche Art der Beleuchtung ist, so giebt er dennoch zu Fehlern Veranlassung, da er mit keiner achromatischen Linse versehen ist. Um diesen Nachtheil zu verbessern, construirte Dujardin im Jahre 1840 ein Instrument, welches er „Beleuchter" nannte, indem sein Zweck Beleuchtung der Objecte mit achromatischem Licht ist. Eine Modification dieses Apparates, der achromatische Condensor, ist jetzt an jedem guten Mikroskop angebracht, jedoch von verschiedenen Optikern auf verschiedene Weise. Jeder achromatische Condensor besteht aus drei wesentlichen Theilen, nämlich aus einer achromatischen Combination, aus einer Stellung des Focus für dieselbe und aus einer Vorrichtung, mit deren Hülfe das Zusammenfallen der Achsen des Objectives und des Condensors bewirkt werden kann. Wenn der Körper des Mikroskopes von dem Stative weggedreht werden kann, so ist der Apparat zum Einstellen der Achsen sehr einfach, und die von den Engländern Roß und Powell angenommene Einrichtung ist die in Fig. 120 abgebildete. Sie besteht aus zwei, ineinander verschiebbaren Röhren, von denen die äußere b an der Platte h angebracht ist. Diese Platte ist unter dem Stativ verschiebbar, und kann durch die Schraube f gestellt werden. Bei c sieht man einen Knopf, an dem ein Getriebe befestigt ist, welches in eine

Zahnstange greift, die an einer innern Röhre befestigt ist und die achromatische Combination d auf- oder niederwärts stellt. Der obere Theil der äußern Röhre ist stärker, als der untere Theil, so daß die Röhre mit den achromatischen Linsen in derselben ohne Hinderniß verschiebbar ist. Bei geringern Vergrößerungen von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Zoll ist nur die Combination d erforderlich; allein bei bedeutenderen Vergrößerungen wird der zweite Theil e über d geschoben, wodurch der Brennpunct der beleuchtenden Strahlen im Durchmesser vermindert, im Glanze aber verstärkt wird. Als Reflector wird entweder ein Planspiegel oder ein Prisma angewendet, welches wir unten beschreiben werden.

Wenn der Mikroskop kürzer von dem Stativ weggedreht werden kann, so ist die Stellung der Achsen des Beleuchters und des Objectivglases, eine sehr einfache Sache, indem die einzige dazu erforderliche Bewegung des Condensors darin besteht, die Entfernung der Platte h entweder zu vermehren, oder zu vermindern. Es wird dies durch die Schraube f bewirkt, indem man dieselbe so lange nach der einen oder der andern Richtung dreht, bis der Lichtpunct, den der Beleuchter auf das Object wirft, im Mittelpunct des Feldes von dem Objectivglase liegt. Steht aber der Mikroskopkörper fest, so muß der Condensor zwei oder mehre Stellungen haben. Fig. 121 ist der Durchschnitt eines solchen Condensors nach der Construction von Roß. a ist die Platte, durch welche er mit dem Stative verbunden ist; b ist ein Theil von einer weiten Röhre, an der ein Messingring angebracht ist, in welchem man eine engere Röhre eingelöthet hat, deren Zahnstange durch das Getriebe l und den Knopf f verschoben werden kann. Innerhalb dieser Röhre befindet sich eine noch kleinere d, mit einer Schraube am oberen Ende zur Bewegung

des Beleuchters g, und mit einer Blendung an dem Boden, um alles äußere Licht abschließen zu können. Die senkrechte Stellung dieses Instrumentes wird durch die kleine Schraube bewirkt, die mit der Platte a verbunden ist, während alle andern Bewegungen dadurch gemacht werden, daß man drei oder mehre Schrauben in dem Messingringe dreht, durch welche die innere Röhre, die den Beleuchter enthält, nach verschiedenen Richtungen bewegt werden kann, damit die Achse dieses Glases mit der des Objectivglases zusammenfalle. Zwei von diesen Schrauben sieht man bei c'. Diese Vorrichtung rührt von Roß her und ist an allen seinen Instrumenten angebracht, bei denen der Arm, welcher den Mikroskopkörper hält, feststeht. Die verschiedenen Theile des Beleuchters g lassen sich auseinanderschrauben, so daß sie entweder zusammen oder getrennt benutzt werden können. Der mit den größten Mikroskopen von Smith und Beck in London verbundene achromatische Condensor ist in den Figuren 122 und 123 abgebildet, und um die verschiedenen Theile genau erklären zu können, sind die Zeichnungen in natürlicher Größe gemacht, jedoch in umgekehrter Stellung, um die Deutlichkeit zu befördern. In Fig. 122 ist c eine messingene Röhre, in welcher eine kleinere Röhre b, die den Beleuchter d enthält, durch Drehung der Köpfe aa auf- und niedergeschoben werden kann. Die Röhre c ist in eine Messingplatte eingeschraubt, die sich auf einer andern, größern, dreht; mittelst der letzteren ist der ganze Condensor an der untern Platte des Statives angebracht. Sie ist mit einer Schraube f am vorderen Theil versehen, um die Entfernung zu reguliren und die Platte auf der Stativplatte zu verschieben, um den Beleuchter genau in die Achse des Objectivglases zu bringen. Da sich aber der Arm welcher den Körper des Mikroskopes trägt, nicht seit

wärts bewegen kann, so ist die Einstellung, um dies Hinderniß zu beseitigen, noch verwickelter.

Die Messingplatte, in welcher die Röhre o eingeschraubt ist, dreht sich auf einem starken Stift, der in der Bodenplatte befestigt ist, und mit Hülfe einer Feder und einer Knagge von Messing bleibt die erstere stets gegen die Schraube e gedrückt, wie man in Fig. 123 sieht. Wenn demnach diese Schraube gedreht wird, wird die Platte und mit ihr die Röhre c mit dem Beleuchter langsam seitwärts geschoben, und wenn man die genaue Stellung gefunden hat, so muß die Platte mittelst der Schraube g festgestellt werden. Ueber den Gebrauch dieses Instrumentes wird im zweiten Abschnitt, in dem von der Beleuchtung handelnden Capitel, näher geredet werden; jedoch muß hier bemerkt werden, daß, wenn eine Beleuchtungslinse nicht mit dem Instrument versehen ist, man das Objectivglas, welches das nächste in der Vergrößerung ist, mit dem benutzen muß, welches an dem Körper angebracht ist. Besser ist es aber, ein System von 3 achromatischen Combinationen, wie in Fig. 123, anzuwenden, und zwar alle drei mit der stärksten Vergrößerung, oder nur 2, oder selbst nur 1 bei der geringsten Vergrößerung.

Der Polarisationsapparat.

Will man mittelst polarisirten Lichtes beobachten, so ist es am bequemsten, das Licht des Spiegels durch ein Nicol'sches Prisma zum Objecttischegehen zu lassen, und im zweiten Nicol'sches Prisma auf das Ocular aufzusetzen. Das letztere beschränkt zwar, weil es nothwendigerweise hoch ist, das Gesichtsfeld, hat aber wegen seiner vollkommenen Farblosigkeit und Durchsichtigkeit einen Vorzug vor der Anwendung einer Turmalinplatte, die allerdings wieder auf ihrer Seite den Vortheil eines großen Gesichtsfeldes besitzt. Es kann jedoch, nach Pritchard (**Microsc. illustr.**, p.

120) auch eine Turmalinplatte angewendet werden, wenn man das auf das Object fallende Licht durch mehre dünne, parallele, unter dem Polarisationswinkel befestigte Glasplatten auffängt und durch eine große Linse condensirt. In Ermangelung eines Nicol'schen Prisma's oder einer Turmalinplatte kann man auch über dem Oculare eine Glasplatte, bei welcher man die Reflection von der zweiten Fläche durch Schleifen oder Auftropfen von schwarzem Siegellacke entfernt, unter einem Winkel von 34° anbringen und das von derselben reflectirte Bild des Mikroskopes betrachten (**Brewster, treat. on microsc., p. 99**).

Anstatt eines Nicol'schen Prisma's wendete Brewster, um das Licht zu polarisiren, auch einen einfachen Rhombus von Kalkspath an, auf dessen natürliche Flächen er mittelst Canadabalsam dünne Glasplatten aufkittete, um die Unvollkommenheiten der Oberfläche zu verbessern und die Flächen gegen mechanische Beschädigungen zu schützen. Die untere Fläche des Rhombus wird bis auf eine runde Oeffnung bedeckt; diese wird von einer solchen Größe gemacht, daß die beiden Bilder, welche das durch diese Oeffnung fallende Licht giebt, gerade getrennt sind. Wird das eine derselben auf der oberen Seite des Rhombus mit einer Oblate bedeckt und das andere genau in die Mitte des Objectives gerichtet, so hat man die vollständigste polarisirende Vorrichtung, die sich denken läßt. Richtet man den Apparat so ein, daß beide Bilder in das Gesichtsfeld des Mikroskopes fallen, und bringt man gleichartige Objecte über dieselben, so sieht man sie zugleich mit entgegengesetzten Farben. Auch über dem Oculare kann ein ähnlicher Rhombus verwendet werden.

Zur Untersuchung organischer Körper hat man die Polarisation des Lichtes bis jetzt nur sehr wenig angewendet; erst neuerlich hat, wie wir im dritten

Abschnitte sehen werden, Ehrenberg Nutzen davon gezogen, wogegen bei krystallinischen Körpern eine ausgedehnte Anwendung davon gemacht wird. Es würde uns jedoch viel zu weit führen, wollten wir hier, oder im folgenden Abschnitte von der Polarisation des Lichtes reden, und wir können uns daher hier nur auf eine kurze Beschreibung der gewöhnlichsten Polarisationsapparate einlassen.

Nicol's Prisma besteht, wie schon erwähnt, aus zwei Stücken Kalkspath, die so zusammengekittet sind, daß sie nur ein Bild durchlassen. Eins von diesen Stücken ist in einer Röhre und auf einer Messingplatte angebracht, wie in Fig. 124 dargestellt worden ist, und welche unter die untere Platte der Stativplatte auf dieselbe Weise angebracht werden kann, wie der achromatische Condensor. Auf dieser Platte kann sich die Röhre mit dem Prisma, mittelst eines großen, gerändelten Kranzes, drehen. Dieses untere Prisma wird das Polarisations-Prisma genannt, im Gegensatz zu einem andern, welches oben auf einem Ocular angebracht und das Analysations-Prisma genannt wird. Eine Endansicht von einem dieser Prismen ist in Fig. 125 und ein senkrechter Durchschnitt in Fig 126 zu sehen. In dem Mikroskop angebracht, ist es nothwendig, dahin zu sehen, daß die Achsen beider Krystalle mit einander zusammenfallen, sowie auch mit den andern optischen Theilen des Mikroskopes, indem dabei dasselbe gilt, wie bei dem achromatischen Condensor. Man erkennt dies, indem man entweder das Prisma dreht, nachdem das Licht mittelst des Spiegels hindurchgefallen ist. Findet nun eine gehörige Einstellung Statt, so wird man finden, daß es zwei Stellungen giebt, in denen überall kein Licht durch die Prismen fällt. Ist dies nicht der Fall, und es ist nur ein Theil des Gesichtsfeldes verdunkelt, so können beide entweder

durch Drehung des Armes von dem Mikroskopkörper oder der Schraube an der Platte, welche das Polarisations-Prisma enthält, einander verdunkeln und sie sind dann in einem Zustande, daß sie benutzt werden können. Wird nun eine Platte von krystallinischem Gyps oder von Marienglas in den Focus des Objectivglases gebracht, so wird man sehen, daß dieser Krystall, sowie mancher andere, die Eigenschaft besitzt, die durch das Polarisations-Prisma gefallenen Lichtstrahlen zu beugen, so daß sie durch das Analysations-Prisma fallen müssen. Je nachdem die krystallinische Platte mehr oder minder dick ist, wird entweder die rothe oder die grüne Farbe vorherrschend sein. Die Ursachen dieser verschiedenen Erscheinungen und die verschiedenen Anwendungen des Polarisations-Apparates können wir hier nicht erklären, sondern müssen darauf zurückkommen. Manche Mikroskopiker wenden mehre dünne Glasplatten zum Polarisations-Prisma und ein Turmalinplättchen zum Analysations-Prisma an, nur veranlaßt die Farbe des Turmalins oft eine Beschränkung seines Gebrauches.

Sammellinsen.

Ein unerläßliches Instrument für die Beleuchtung undurchsichtiger Gegenstände, oder für den Spiegel, wenn sehr viel Licht erforderlich, ist die Sammellinse. Sie sind gewöhnlich planconvex und sehr dick, haben 2 — 3 oder mehre Zoll im Durchmesser und sind auf die in Fig. 127 dargestellte Weise gefaßt. Die Fassung sitzt auf einem Arme, der an einem Stabe mit einem schweren Fuße verschiebbar ist. Bei Andern ist die Fassung die in Fig. 128 dargestellte, indem die Fassung der Linse ein Gelenk hat und nach jeder Richtung gedreht werden kann. Auf diese Weise ist man im Stande, die Linse dem Licht

oder der Lampe, welche zur Beleuchtung angewendet werden, näher zu bringen, ohne die andern Theile des Statives bewegen zu müssen.

Eine andere sehr zweckmäßige Einrichtung ist die von den Engländern Smith und Beck herrührende, welche Fig. 129 zeigt. Auf dem Fuß a erhebt sich eine Röhre b, in welcher ein Stab c auf- und niedergeschoben werden kann. An dem obern Ende desselben befindet sich ein Scharnier d, welches eine kleine Röhre e trägt. Durch dieselbe geht der Stab f mit der Fassung g. Diese Einrichtung der Sammellinse ist sehr zweckmäßig, sie hat alle Bewegungen der vorhergehenden Instrumente und gewährt den großen Vortheil, daß sämmtliche Bewegungen mit der Hand ausgeführt werden können.

Mit manchen Mikroskopen ist eine kleinere Linse in der Absicht vorhanden, um die Strahlen der größern Sammellinse noch mehr zu sammeln, oder um die convergirenden Strahlen der größeren parallel zu machen, wodurch ein größeres Feld erleuchtet wird, welches hauptsächlich dann sehr zweckmäßig ist, wenn Sectionen unter einer Linse vorgenommen werden sollen. Eins von diesen Instrumenten ist in Fig. 130 dargestellt. Diese Art der Anbringung der kleinen Sammellinse hat Aehnlichkeit mit der vorhin beschriebenen und kann auch an irgend einem Theil des Mikroskop-Statives angebracht werden, wie z. B. bei dd Fig. 102. Bei vielen Mikroskopen haben jedoch diese Linsen besondere Stative.

Es können aber auch sowohl die größere, als auch die kleinere Linse zusammen an einem Stative angebracht werden, wie z. B. in Fig. 131, und es können auf diese Weise beide Linsen zusammen oder jede für sich benutzt werden.

Alle die verschiedenen Methoden, beide Arten von Sammellinsen zu benutzen, werden in dem, der

Beleuchtung undurchsichtiger und durchsichtiger Objecte gewidmeten Capitel näher erörtert werden.

Die englischen Optiker Powell und Lealand haben an mehren ihrer Mikroskope Blendungen, von der in Fig. 132 dargestellten Form, angebracht. Eine solche Blendung sitzt an dem Stative der großen Sammellinse und wird vor die Lampe geschoben, so daß sie ungefähr 8 Zoll von dem Spiegel entfernt ist. Sie besteht aus zwei Stücken Eisenblech, die schwarz angestrichen sind. Die eine ist kreisrund und ist mit 5 Oeffnungen von verschiedener Größe versehen; dadurch kann sie auf dem größern Bleche gedreht werden, wie dies der Fall mit der weiter oben beschriebenen und unter dem Stativ angebrachten Blendung ist. Wird diese Blendung gebraucht, so zeigt sich auf dem Spiegel ein Bild, welches nur die Größe der Oeffnung hat, und es wird nur ein Theil des Gesichtsfeldes erleuchtet werden; in der Mitte ist Licht, an dem Rande aber Dunkelheit. Dies Verfahren ist oft sehr zweckmäßig, um zarte Gegenstände mehr zu verdeutlichen. Die Größe der beleuchteten Stelle hängt von der angewendeten Oeffnung ab, sowie auch von den relativen Entfernungen des Spiegels von dem Object und der Blendung von dem Spiegel.

Der Erector.

Die mit einer Ausziehröhre versehenen Mikroskope, wie Fig. 102 und 105, die wir weiter oben näher beschrieben haben, können auch mit dem Erector, oder mit dem aufrichtenden Ocular, versehen werden. Man sieht dies Instrument in Fig. 133, wo es in das untere Ende der Ausziehröhre eingeschraubt ist. Es besteht aus einer 3 Zoll langen Messingröhre von $\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser, wie Fig. 134 zeigt. An beiden Enden sind planconvexe Linsen

ac eingeschraubt, und es sind ihre convexen Oberflächen nach dem Ocular in dem obern Theile der Ausziehröhre gerichtet, und zwischen ihnen ist eine Blendung b mit einer kleinen Oeffnung in der Mitte angebracht. Die Anwendung dieses Instrumentes ist ähnlich der Einrichtung von Linsen in dem Oculare eines Teleskops, d. h., es wird damit bewirkt, daß man das Bild eines Gegenstandes in der aufgerichteten oder natürlichen Stellung sieht. Wir haben schon weiter oben im 3. Capitel bei den Dissectionsmikroskopen davon geredet, und es genügen daher hier nur wenige Bemerkungen.

Das Gesichtsfeld wird ebenfalls bedeutend vergrößert, und ein $\frac{3}{4}$ Zoll langes Object kann auf einmal mit dem Erector und mit einem zweizölligen Objectivglase aufgenommen werden. Zieht man die Röhre aus und erhöht auf diese Weise die Entfernung zwischen dem Aufricht- und dem Objectivglase, so ist die Vergrößerungskraft des Instrumentes erhöht, und durch Einschieben der Röhre wird sie vermindert, so daß ein Mikroskop mit einem zweizölligen Objectivglase und mit dem Erector einen $\frac{3}{4}$zölligen Gegenstand auf einmal betrachten kann, wenn die Röhre nur etwas herausgeschoben wird, während bei'm vollständigen Auszuge der Röhre die Vergrößerung so bedeutend wird, daß $\frac{1}{6}$ des Objectes das ganze Gesichtsfeld einnimmt.

Daß die Erectoren hauptsächlich bei Dissectionsmikroskopen angewendet werden, haben wir schon weiter oben im 4. Capitel nachgewiesen.

Der Lieberkühn'sche Spiegel.

Es sind dies Hohlspiegel von reinem Silber oder auch mit solchem stark versilbert, welche ihren Namen von dem Erfinder haben. Sie sind mit allen Objectivgläsern verbunden, von den zweizölligen

bis zu den $\frac{1}{4}$zölligen, und zwar in der in Fig. 135 dargestellten Weise. Es ist dort a der untere Theil des Mikroskopkörpers, b das Objectivglas, dessen Röhre den Lieberkühn'schen Spiegel c enthält. Die von dem Spiegel reflectirten Lichtstrahlen, es mag dies nun in parallelen oder in convergirenden Linien der Fall sein, werden in einem Focus gesammelt und auf ein Object d geworfen, welches zwischen ihm und dem Spiegel befindlich ist. Das Object kann entweder auf Glas angebracht sein, oder es wird in einer Pincette f festgehalten; und wenn er zu klein ist, um das ganze Gesichtsfeld auszufüllen, oder wenn durchsichtig, so muß man eine dunkle Blendung e dahinter anbringen. Der Lieberkühn'sche Spiegel ist an einem kurzen Röhrenstück angebracht und kann außerhalb des Objectivglases auf- und niedergeschoben werden, so daß das Maximum der Beleuchtung leicht erlangt werden kann. Bei allen höheren Vergrößerungen ist das Ende eines jeden Objectivglases etwas eng und geht durch die Oeffnung in die Mitte des Lieberkühn'schen Spiegels. Bei geringen Vergrößerungen aber, wo eine große Reflectionsoberfläche durch die Größe der angewendeten Gläser verloren gehen würde, wenn man denselben Plan befolgen wollte, ist die Oeffnung in der Mitte des Lieberkühn'schen Spiegels gerade groß genug, um so viel Strahlen zuzulassen, wie das Gesichtsfeld füllen und nicht mehr.

Seitenreflector.

Roß wendete bei seinen Mikroskopen, als Ersatz des Lieberkühn'schen Spiegels, einen sogenannten Seitenreflector oder Seitenbeleuchter an. Er besteht aus einem Hohlspiegel von länglich viereckiger Gestalt; er ist fein polirt und mittelst eines Gelenkes mit einem Arme verbunden, wie Fig. 136 zeigt.

Gleich den kleinen Sammellinsen ist er mit irgend einem beweglichen Theile des Instrumentes verbunden, und parallele Lichtstrahlen von der Lampe werden durch die Sammellinsen in der Nähe derselben darauf geworfen, und mittelst des Gelenkes kann er so gedreht werden, um das Licht auf jedes noch so große Object auf dem Objecttisch zu reflectiren. Für viele Zwecke ist dieser Apparat besser, als der Lieberkühn'sche Spiegel; denn bei den größern dürfen die Objecte eine gewisse Größe nicht überschreiten, indem der größte Theil des Lichtes von dem Spiegel unterbrochen wird. Die Seitenreflectoren haben daher den Vorzug vor den Lieberkühn'schen Spiegeln, daß nicht allein eine größere Lichtmenge auf irgend ein Object gesammelt wird, sondern da es auch schief reflectirt werden kann, so wird man dadurch in den Stand gesetzt, manche feine Beobachtungen zu machen, welches bei senkrecht reflectirtem Lichte unmöglich ist.

Becherförmige Blendungen, sogenannte Stiefel.

Diese bestehen aus kleinen, becherförmigen Körpern, die aus Messingblech angefertigt und mit einem Stiel verbunden sind; Fig. 137 giebt uns einen Begriff von diesem Nebenapparate; sie werden in Verbindung mit den Lieberkühn'schen Spiegeln angewendet und die besten Mikroskope sind gewöhnlich mit dreierlei verschiedenen Größen versehen, von denen die größten stets mit den am wenigsten vergrößernden Objectiven angewendet werden. Ihr Zweck besteht darin, alle Lichtstrahlen zu unterbrechen, welche sonst auf das Objectivglas fallen würden; auch sind sie stets bei allen durchsichtigen Objecten erforderlich. Der lange Stiel wird von einem kleinen Arme aufgenommen, der an der untern Seite des Statives

angebracht ist, so daß das Instrument verstellbar ist, sowohl horizontal, als vertical. Boden und Kanten der becherförmigen Blendung dürfen nicht in dem Focus des Objectivglases liegen.

Pincetten.

Diese Instrumente werden dazu benutzt, um kleine Objecte, wie Theile von Pflanzen, Insecten u. s. w., sowohl als undurchsichtige, als durchsichtige Körper zu untersuchen. Man wendet verschiedenartig geformte Pincetten an, von denen die gebräuchlichste in Fig. 138 dargestellt ist. Eine solche Pincette öffnet sich durch Druck und schließt sich von selbst. Sie ist an einem nach allen Richtungen beweglichen Arme befestigt, der in eine Oeffnung des Objectivtisches eingesteckt wird. Der entgegengesetzte Arm des Stäbchens, welches die Pincette trägt, hat entweder eine nadelförmige Spitze, um Objecte oder eine Korkunterlage für dieselben aufzunehmen, oder er läuft in einem becherförmigen Gefäße aus, welches Kork aufnimmt, in welche man die Nadeln mit den Objecten steckt.

Infusorienbüchsen.

Schon bei den ältesten Mikroskopen gab es solche Nebenapparate; sie bestanden aus einer messingenen Büchse von $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{4}$ Zoll Durchmesser, in welcher sich ein planconconcaves Glas befand, auf dessen concave Seite die zu untersuchenden Infusorien gelegt wurden, während ein flaches Glas mit einer messingenen Fassung darüber geschraubt werden konnte. Neuerlich hat man den Apparat wesentlich verbessert, und Fig. 139 stellt eine solche Infusorienbüchse nach der Construction des Engländers Tulley dar. Es besteht aus einer kleinen Messingplatte von 3 bis 4 Zoll Länge, auf deren Mitte eine kleine messingene Büchse, von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, gelöthet ist.

In dieselbe ist eine dicke Glasplatte eingelassen, und es kann über sie ein Deckel geschoben werden, der aus einem messingenen Kranz und einem dünnen Glase besteht. Das dicke Glas im untern Theile der Büchse und das dünne in dem Deckel berühren einander. Auf das dicke Glas wird nun ein Wassertropfen mit Infusorien gelegt und von dem dünnen Glasdeckel ausgebreitet. Damit die Luft aus dem innern Raume gehörig entweichen könne, ist der Deckel mit einem kleinen Loch versehen, welches mit Siegellack verschlossen wird, wenn die Flüssigkeit längere Zeit aufbewahrt werden soll.

Der Engländer Varley hat die Büchse wesentlich dadurch verbessert, daß er rings um die Objectplatte, wie man das dicke Glas nennen kann, einen kleinen Rahm anbrachte. Die Flüssigkeit mit den Infusorien wird alsdann durch Capilar-Attraction auf der Platte zurückgehalten. Der Deckel wird am besten darüber geschoben, weil durch das Schrauben die Lage der Thierchen oft verändert wird, Fig. 140 zeigt eine solche Büchse im Aufriß und Fig. 141 im senkrechten Durchschnitte. **AB** ist eine Messingplatte, auf welcher die Büchse angebracht ist; d Fig. 141 ist das Stück Messing mit dem Canal, auf welchem die Objectplatte c befestigt ist; b ist der Deckel mit dem dünnen Deckelglase a. Da dieser Glasdeckel entweder oft zerbrochen wird, oder aus dem Kitt kommt, hat der Opticus Powell eine Einrichtung ersonnen, wodurch dies möglichst vermieden wird. Der büchsenförmige Deckel und der obere Theil der Büchse sind mit Schraubengängen versehen, und auf die Kante wird eine dünne Glas- oder Glimmerplatte gelegt. Fig. 142 stellt die Büchse mit ihrem Schraubendeckel im Aufriß und Fig. 143 stellt einen Durchschnitt von dem ganzen Apparate dar. **AB** ist die Messingplatte, **C** die Objectplatte,

d der Canal rings um dieselbe, d die Büchse mit dem Schraubendeckel e, und a die dünne Glasplatte. Wenn der Glasdeckel nicht gar zu schwach ist, so können diese Büchsen, außer zur Beobachtung von Infusorien, auch zum Zusammenpressen von weichen Gegenständen, statt des Compressoriums, angewendet werden; wir werden das letztere Instrument sogleich kennen lernen. Will man die Infusorienbüchsen gebrauchen, so muß eine geringe Menge von der die Thierchen enthaltenen Flüssigkeit auf die Objectplatte getröpfett werden, worauf man den Deckel sorgfältig darüber schiebt, bis der Tropfen die gehörige Stärke erreicht hat; jedoch muß die Ausbreitung nie weiter gehen, als die Größe der Objectplatte beträgt. Ein so ausgebreiteter Tropfen kann nicht allein sehr leicht und bequem betrachtet werden, sondern man kann ihn auch eine Zeit lang unter Beobachtung halten; die Capillar-Attraction erhält die Flüssigkeit zwischen den beiden Gläsern, und nur ein heftiges Stoßen und Rütteln würde sie von der Platte entfernen. Wenn aber mehr Flüssigkeit als erforderlich auf die Objectplatte gebracht worden ist, so fällt das Ueberflüssige in den Canal und mit ihm die meisten Infusorien. In diesem Fall ist es am besten, alle Flüssigkeit aus der Büchse wegzunehmen, sie vollkommen zu trocknen, und dann die gehörige Menge darauf zu thun. In den von Pritchard angefertigten Infusorienbüchsen ist die Objectplatte mit feinen Linien, die den Zoll etwa in 100 Theile theilen, versehen; sie dienen als Mikrometer. Diese Linien sind jedoch nur dann sichtbar, wenn man die Thierchen trocken untersucht, denn wenn Flüssigkeit darauf liegt, so sind sie kaum sichtbar. Jedoch sind alle Messungen mit solchen Mikrometern sehr unsicher, sobald die Objecte nur irgend stark sind, weil ihre wirklichen Umrisse nicht zugleich mit den Linien des Mikrometers in dem Focus lie-

gen, wie wir bei der Messung der Objecte mittelst des Mikrometers im folgenden Abschnitte näher sehen werden.

Röhren zum Auffischen von Infusorien.

Diese Röhren bestehen aus Glas, sind ungefähr 9 Zoll lang, $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll weit, und an beiden Enden offen. Bei den meisten Röhren werden die Enden in der Löthrohrflamme gekrümmt, manche bleiben gerade, wie **A**, Fig. 144, andere, wie **C**, laufen in eine feine Spitze aus, und noch andere, wie **BD**, sind gekrümmt.

Der Gebrauch dieser Röhren ist der folgende: Wir wollen annehmen, daß die zu untersuchenden Infusorien in einem Glasfläschchen, wie Fig. 145 zeigt, enthalten seien; hat man nun entweder mit unbewaffneten Augen, wenn sie größeren Arten angehören, oder mit Hülfe einer Lupe gesehen, wo sie in dem Wasser am dicksten zusammen sind, so hält man das obere Ende einer Glasröhre mit dem Daumen zu, steckt das untere in die Flüssigkeit in dem Fläschchen. Nun nimmt man den Daumen weg, worauf der Druck der äußern Luft sofort Wasser in die Röhre drängt und mit ihm diejenigen von den Infusorien, die man zu fangen wünscht. Drückt man nun den Daumen wieder auf das Ende der Röhre, so kann man dieselben wieder aus dem Fläschchen wegnehmen, ohne daß die darin enthaltene Flüssigkeit herausfällt. Da man aber auf diese Weise gewöhnlich mehr Flüssigkeit in die Röhre aufgenommen hat, als zur Untersuchung auf der Objectplatte der Infusorienbüchse erforderlich ist, so wendet man das folgende Verfahren an, um den Ueberfluß los zu werden.

Man versieht sich mit einigen Uhrgläsern und mit einigen flachen Glastäfelchen, leert den ganzen Inhalt der Röhre in ein Uhrglas aus, worauf man

die Thierchen wiederum mit der Glasröhre fängt, indem ein geringer Theil der Flüssigkeit durch die Capilar-Attraction hineindringt, welche geringe Menge alsdann auf die Objectplatte gebracht wird. Ist auf dem Objectglase noch zu viel Flüssigkeit, so nimmt man sie mit der Röhre wieder weg, oder man schüttelt sie ganz davon ab und fängt die Operation von Neuem an.

Sollen mehr Individuen zusammen auf die Objectplatte gebracht werden, so muß jedes nur mit der geringsten Wassermenge umgeben sein, weßhalb man die Röhre auf einem flachen Glase entleert, wie Fig. 146 über dem Uhrglase zeigt, von dem man sie alsdann mit den Capillarröhren wegnimmt und dann auf die Objectplatte bringt.

Um die Infusorien lebendig zu erhalten, ist es nothwendig, auch etwas Pflanzenstoff auf die Platte zu bringen, und da manche auf Conferven und Wasserlinsen leben, so muß man ein Instrument anwenden, um geringe Theilchen von diesen Pflanzen aus den Sümpfen herauszunehmen, in denen sie wachsen. Dazu dient die in Fig. 147 abgebildete Pincette. Sie ist aus Messingblech angefertigt, an den Enden etwas gekrümmt, und damit die Spitzen dicht zusammenschließen, ist sie mit Stiften versehen. Dies Instrument ist sehr zweckmäßig, wenn es sich darum handelt, kleine Theile vegetabilischer Materien in ein Gefäß zu thun und herauszunehmen, wenn dasselbe flach ist; wenn aber die Gefäße so tief sind, wie solche, in denen man **Chara** und **Vallisneria** aufbewahrt, so sind die langen Pincetten unzweckmäßig, nnd es ist alsdann das in Fig. 148 abgebildete, von dem verstorbenen Bruder des Verfassers, Hrn. Edwin Quekett erfundene Instrument sehr nützlich. Es muß entweder aus Messing oder aus Neusilber angefertigt werden und kann von 9 Zoll ab jede be-

liebige Länge haben. Im Innern einer Röhre ist ein Stück Draht von ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll Stärke befindlich. Das obere Ende hat eine Art Griff von Messingblech für den ersten und zweiten Finger der rechten Hand, krumm gebogen. Das untere Ende ist aufgespalten und stark gehämmert, damit es federe. Man hält dies Ende in eine Pincette gebogen. Die äußere Röhre ist etwas weiter, als die Stärke des Grades beträgt und etwas kürzer, als dieser. Am obern Ende ist ein Drahtring daran gelöthet. Der Gebrauch des Instrumentes wird aus der Figur deutlich. Der erste und zweite Finger der rechten Hand werden in die beiden Biegungen des Griffes an dem Drahte gesteckt, der Daumen aber durch den Ring am Ende der Röhre. Wird nun die Röhre in die Höhe gezogen, so gehen die Pincettenschenkel vermöge ihres Federns auseinander, wogegen sie sich schließen, wenn die Röhre auseinander geschoben wird. Diese Pincette ist sehr zweckmäßig, wenn man klein Stückchen Chara oder Vallisneria aufnehmen will, und man kann sie sogar mit Schneiden versehen, um Theile dieser Pflanzen dicht an den Wurzeln abschneiden zu können.

Ein anderer, sehr zweckmäßiger Apparat zum Sammeln von Infusorien ist neuerlich von dem Engländer Shadbolt erfunden; jedoch werden wir denselben indem dritten Abschnitt bei den Manipulationen näher kennen lernen.

Der Quetscher, oder das Compressorium.

Purkinje war der erste, welcher zum Zwecke, die Objecte während der Beobachtung einem gleichmäßigen vom schwächsten Grade bis zur völligen Zerstörung ihrer Textur steigenden Drucke auszusetzen, ein eigenes Instrument construirte. Dieses Purkinje'sche Compressorium ist auch noch jetzt hinsicht-

lich seiner Leistungen das beste, zugleich aber auch das complicirteste. (Eine ausführliche Beschreibung davon gab der Erfinder in Müller's Archiv, 1834).

Seine Einrichtung ist folgende: Man denke sich zwei starke, kreisförmige Metallplatten (Fig. 149 a b) von etwa 2½ Zoll Durchmesser, welche durch zwei Säulen c in paralleler Richtung in etwa ½ Zoll Entfernung von einander festgehalten werden. In die obere Platte a ist eine ebene Glasscheibe e von etwa 6''' Durchmesser in der Art eingesetzt, daß ihre Fläche auf der untern Seite der Metallplatte über die letztere etwas vorsteht. Die untere Platte b hat in ihrer Mitte eine etwa 1'' weite Oeffnung, in welche die Windungen einer weiblichen Schraube eingeschnitten sind. Zwischen beiden Platten und parallel mit ihnen ist eine dritte Metallplatte f h, welche durch die Säulen ihre Leitung erhält, verschiebbar. In diese Platte ist in der Mitte eine Glasscheibe g eingesetzt, welche auf der obern Seite der Platte vorsteht. Es ist nun klar, das ein Object, welches auf der Glasscheibe der mittlern Platte liegt, wenn diese in die Höhe gehoben wird, auf die in der obern Platte befindliche Glasscheibe treffen und je nach der Kraft, mit welcher die untere Platte in die Höhe gehoben wird, mehr oder weniger zwischen beiden Glasscheiben zusammengepreßt werden muß, und daß man die Wirkung dieser Pressung, während der Operation durch die obere Glasscheibe oder, wenn das Instrument umgewendet wird, durch die untere beobachten kann. Diese Bewegung nach oben wird nun durch eine Schraube i hervorgebracht, welche durch die Schraubenmutter der untern Platte in die Höhe geschraubt wird und die mittlere Platte in die Höhe hebt. Um diese Schraube nicht bloß bei'm Aufwärts-, sondern auch bei'm Abwärtsschrauben auf die mittlere Platte wirken zu lassen, ist die letztere aus zwei auf-

einander geschraubten Platten f h zusammengesetzt, zwischen welche der vorspringende Rand der Schraube i aufgenommen ist. Der Kopf dieser Schraube hat, um dem ganzen Instrumente als sichere Basis auf dem Objecttisch dienen und bequem gedreht werden zu können, die Form einer ebenen Scheibe k von $2\frac{1}{2}''$ Durchm., und die Schraube selbst ist, sowie der Kopf derselben, in der Mitte durchbohrt, um von unten her Licht auf die Glasplatten und das zwischen denselben liegende Object fallen lassen zu können. Um das Object auf eine bequeme Weise zwischen beide Glasplatten bringen zu können, wird an der einen Säule c die Schraubenmutter d etwas losgeschraubt; es kann nun diese Säule mit der obern Platte a nur die zweite Säule, welche in ihrer Lage bleibt, zur Seite gedreht werden, indem die mittlere Platte f h und die untere Platte b zur Aufnahme der Säule c nicht eine bloße cylindrische Oeffnung, sondern einen für diese Bewegung berechneten Ausschnitt (Fig. 150 l) besitzen.

Wenn die mechanische Arbeit des Instrumentes gut ist, so ist der von demselben ausgeübte Druck gleichförmig; allein wenn die Glasplatten eine nicht ganz genau parallele Lage haben und ein schleimiges Object zwischen dieselben gebracht wird, so wird es durch den, wenn auch nur wenig schief wirkenden, Druck zwischen den beiden Platten seitwärts hinausgeschoben.

Eine weit einfachere, aber freilich auch unvollkommnere Einrichtung hat das Schiek'sche Compressorium. Dasselbe ist in Fig. 151 und 152 in zwei Dritteln der wahren Größe (jedoch nicht nach einem Schiek'schen Originalexemplare, sondern nach einem in einigen kleineren Puncten von Oberhäuser modificirten Exemplare) dargestellt. Die Grundlage des Instrumentes bildet eine längliche, auf drei Fü-

ßen bb stehende Metallplatte a a. Parallel mit dieser, auf einem Zapfen c in horizontaler Richtung drehbar findet sich eine Metallstange d, welche auf der einen Seite an einem aufwärts gebogenen Fortsatz c ein Charniergelenk f trägt, am andern Ende die Mutter für die Schraube e enthält. In diesem Charniergelenke ist ein doppelarmiger Hebel g um eine horizontale Achse drehbar befestigt. Das hintere Ende desselben kann durch die Schraube e in die Höhe gehoben werden; das andere Ende desselben endigt sich in eine halbkreisförmige, um den Hebel als Achse drehbare Gabel k, in welcher der Ring l mittelst zweier Spitzen (also um seine Querachse drehbar) befestigt ist. Unter diesem Ringe ist die Platte a durchbohrt. Ueber dieser Oeffnung wird eine Glasplatte mit etwas Wachs auf die Platte a geklebt, eine zweite auf dieselbe Weise an die untere Seite des Ringes l befestigt. Es ist nun deutlich, daß, wenn das hintere Ende des Hebels g durch die Schraube e in die Höhe gehoben wird, die beiden Glasplatten von seinem vordern Ende aufeinander gepreßt werden, und daß die obere derselben sich mit der untern parallel stellen muß, da der Ring l und die Gabel k an zwei sich unter rechtem Winkel kreuzenden horizontalen Achsen befestigt sind. Damit das vordere Ende des Hebels und des Ringes l keinen Druck auf das zwischen den Glasplatten m liegende Object ausüben und kein todter Gang der Schraube e Statt finden könne, ist die Feder h angebracht, welche in einem Ausschnitte des hintern Hebelarmes liegt. Das eine Ende der Feder ist durch die Schraube i auf dem Metallstücke d aufgeschraubt; das andere in die Höhe gebogene Ende h drückt gegen einen durch den Hebelarm in querer Richtung durchlaufenden Stift, sucht also den hintern Hebelarm abwärts zu drücken und das entgegengesetzte Ende mit der an ihm befe-

stigten obern Glasplatte zu heben. Um ein Object zwischen die Glasplatten zu bringen, wird der ganze Hebelapparat um den Zapfen c auf die Seite gedreht.

Amici hat dieses Compressorium, wie aus Fig. 153 und 154 (welche das Instrument in zwei Dritteln seiner wahren Größe darstellen) erhellt, bedeutend vereinfacht, jedoch, wie man glaubt, damit nicht verbessert. Der durch die Schraube d bewegliche Hebel c endigt sich nämlich nach vorn in eine halbkreisförmige Gabel, deren Enden klauenförmig nach unten zu umgebogen sind. Zwischen diese Gabel und die Platte a werden die Glasplatten, zwischen welchen das Object liegt, gelegt. Das Object ist daher, ehe die Wirkung der Schraube beginnt, bereits dem Drucke der obern Glasplatte, welcher oft schon für sich zu stark ist, ausgesetzt, und der Druck ist, da er bloß an zwei Puncten die Glasplatten trifft, weit weniger gleichförmig, als bei den Compressorien von Purkinje und Schiek. Sowohl das von Oberhäuser modificirte Schiek'sche, als das Amici'sche Compressorium haben den Vorzug vor dem Purkinje'schen, daß die Glasplatten nicht fest eingesetzt sind, weßhalb sie, wenn sie zerbrechen, sogleich mit neuen vertauscht werden können.

Tröge für Charen und Polypen.

Es bestehen dieselben aus zwei Glasplatten, die mit Streifen von demselben Material oder von Metall aneinandergekittet sind. Ein Apparat dieser Art ist in Fig. 155 abgebildet. c ist die Bodenplatte von starkem Glase, auf welche mit Pech und Wachs ein dünner Deckel d gekittet ist, mit Glasstreifen zwischen beiden, um die Seiten zu bilden. Der Deckel d ist nicht so breit, als die Platte c, um das Charastück leichter in den Trog bringen zu können, da man

es erst auf c legen und es dann zwischen Boden und Deckel hineinschieben kann. Um aber mit dem Troge besser manipuliren zu können, ist die gläserne Bodenplatte auf eine größere a b mit canadischem Balsam aufgekittet. Jedoch ist es weit zweckmäßiger, wenn die Bodenplatte eben so breit und lang wie ab und der Deckel d auf sie und nicht auf eine andere Platte gekittet ist, indem dadurch die mehren Oberflächen vermieden werden. Statt der Glasstreifen zwischen Boden und Deckel kann man auch einen Draht in der Form der auf die Figur dargestellten Glasstreifen bringen, und denselben mit einem Kitt von Wachs und Pech umgeben. Siegellack oder Canadabalsam sind viel zu spröde, besonders bei längerem Gebrauch und ertragen auch keine Stöße.

Die Londoner Optiker Smith und Beck fügen ihren Mikroskopen einen größern Trog für Charen und Polypen bei, der in Fig. 156 abgebildet worden ist. Die vordere Seite besteht aus weit dünnerem Glase, als die hintere, und die angenommene Methode, um die Objecte nach vorn hin zu bringen, ist nach den Umständen verschieden. Eine zweckmäßige Einrichtung besteht darin, eine Glastafel in diagonaler Richtung in den Trog zu stellen, wie die Abbildung zeigt. Ist nun das Object schwerer, als Wasser, so sinkt es unter, bis es von der diagonalen Platte aufgehalten wird. Soll Chara untersucht werden, so wird die bewegliche Platte durch dünne Glasstreifen, durch Kork oder durch eine gebogene Feder nach vorn zu gedrückt. Es muß noch bemerkt werden, daß, wenn eins von diesen Instrumenten gebraucht wird, das Mikroskop eine fast horizontale Stellung haben muß. Die Hrn. Smith und Beck bringen an dem Objecttisch ihrer großen Mikroskope einen starken Stahlstift an, auf welchen ein Federhalter paßt, wodurch der Trog festgehalten und am Umfallen gehindert

wird, wenn das Mikroskop vollkommen horizontal steht. Als Lister im Jahre 1834 einige von den höheren Ordnungen der Polypen untersuchte, leistete ihm dieser Trog sehr gute Dienste.

Froschplatte.

Diese besteht aus einer Platte (aa Fig. 157) von ungefähr 6 Zoll Länge und 2½ Zoll Breite. Sie hat entweder die in der Figur dargestellte Form, oder sie hat überall eine gleiche Breite. An dem einen Ende ist sie mit einer Glasplatte versehen, welche entweder eine runde oder viereckige Oeffnung b bedeckt, die den Zweck hat, den Fuß des Frosches darüber zu legen. Rings um diese Oeffnung sind Knöpfe c angebracht, um welche man die Fäden schlingt, die den Froschfuß ausgespannt erhalten. Bei andern Froschplatten leisten kleine Löcher dieselben Dienste. Andere Froschplatten sind mittelst einer Federzwinge mit dem Stativ des Mikroskopes verbunden, während die hier dargestellte mit einem etwas conischen Messingdrahte versehen ist, der in ein Loch in dem Objecttisch paßt und um den die Froschplatte gedreht werden kann. Manche Beobachter wenden auch eine Platte von Kork oder von weichem Holz an, welches manche Vortheile gewährt, wie wir in dem dritten Abschnitte bei den Manipulationen, wenn wir von der Untersuchung des Blutumlaufes der niedern Thiere sprechen, kennen lernen werden.

Fischtröge.

Die früheren Glasröhren oder Tröge, welche man bei der Untersuchung der feinen Gefäße kleiner Fische anwendete, werden jetzt nicht mehr gebraucht, indem man dazu sehr bequem die Froschplatte anwendet. Will man aber die Circulation in dem Schwanze eines kleinen Fisches untersuchen, so ist es bequemer,

einen kleinen gläsernen Trog anzuwenden, der etwas tiefer und länger, als der Fisch selbst sein muß. Der Fisch muß durch eine breite Binde, die lose um den Trog geschlungen wird, und die bis zum Anfang des Schwanzes reicht, festgehalten werden. Um den Fisch am Leben zu erhalten, muß die Binde angefeuchtet oder es muß Wasser in den Trog gethan werden, und damit er mit dem Schwanze nicht gegen das Objectivglas schlägt, und damit sich gegen denselben keine Wasserdünste verdichten, bedeckt man den Theil des Troges, in welchem sich der Schwanz befindet, mit einer dünnen Glasplatte. Sehr zweckmäßig ist die in Fig. 158 dargestellte Vorrichtung: a ist eine 3 Zoll lange Glasplatte, b sind die Seitenwände des Kastens oder Troges, welche aus einem Stück bestehen, oder zusammen gekittet, sowie auf die Bodenplatte aufgekittet sind. cc sind Glasstücken, um die Bodenplatte über das Stativ zu erheben, damit die Binde durch einen offnen Raum gehe, und den Trog nicht hindere, vollkommen horizontal zu bleiben. Mehre andere Vortheile dieses kleinen Apparates werden im dritten Abschnitt näher erwähnt werden.

Flaschenhalter.

Der in Figur 159 im Aufriß und in Fig. 160 im Durchschnitt dargestellte Flaschenhalter ist eine Erfindung des Engländers Varley. Sie besteht aus einer Messingröhre von ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und 2 oder mehr Zoll Länge, mit einer ovalen Oeffnung an der obern Seite und mit einer kleineren gerade der Oeffnung entgegengesetzten Seite. In dieser letzteren ist noch eine kleinere verschiebbar, welche mit Blendungen versehen ist und an ihrem obern Ende eine gekrümmte Messingplatte hat. Sie kann auf- und niedergeschoben werden, allein eine

Feder drückt sie immer aufwärts. Der Gebrauch dieses Apparates ist einleuchtend: Eine recht glatte, weithalsige Glasflasche, in welcher Chara oder eine andere Wasserpflanze sich befinden, wird auf die in den Figuren angedeutete Weise in den Halter hineingesteckt, indem man die kleine Röhre mit der Feder niederdrückt, welche alsdann die Flasche dicht an der obern Oeffnung hält; die kleine äußere Röhre, welche außerdem auch die Blendung enthält, dient dazu, den ganzen Apparat des Statives mit dem Mikroskop zu verbinden. Damit die Flasche recht leicht verschoben werden könne, ist die horizontale Hülse mit schwarzem Tuch überzogen, sowie auch überhaupt der ganze Apparat schwarz angestrichen ist.

Deckgläser.

Wir ersahen bereits aus der Beschreibung der Infusorienbüchsen, der Fischtröge u. s. w., daß, da die meisten, sowohl vegetabilischen, als animalischen Objecte unter Wasser untersucht werden müssen, es nöthig wird, dem Wassertropfen in welchem das Object liegt, mit einem Glasplättchen oder Deckglase zu bedecken, um demselben eine ebene Fläche zu geben; wir müssen daher diese bei mikroskopischen Untersuchungen nicht unwesentlichen Deckgläser hier näher betrachten. Glimmerplättchen, welche man früher hierzu häufig verwendete, sind weniger passend, weil sie wegen vielfacher Sprünge u. dergl. leicht der Schönheit des Bildes schaden. Außerdem ist man häufig genöthigt, dickere Glasplatten zum Zwecke der Quetschung als Deckgläser zu verwenden, und die Objecte während dieser Operation durch dieselben zu betrachten. Außerdem kommt man nicht selten in den Fall, Präparate zu untersuchen, welche zwischen Glasplatten aufbewahrt werden.

In allen diesen Fällen ist es, um eine genaue Untersuchung des Objectes vornehmen zu können, von der äußersten Wichtigkeit, den Einfluß zu kennen, welchen das Deckglas auf das mikroskopische Bild ausübt, um je nach den Umständen das Bild durch Auswahl eines passenden Deckglases zu verbessern, oder den schädlichen Einfluß eines nicht passenden Deckglases durch weiter unten aufzuführende Mittel entgegenzuwirken.

Auffallenderweise ist den wenigsten mikroskopischen Beobachtungen dieser Einfluß der Deckgläser bekannt. Manche werden wohl die Beobachtung gemacht haben, daß bei Anwendung starker Objective das Bild schwieriger Objecte getrübt ist, wenn man dieselbe mit einem Deckglase bedeckt; allein Wenige werden wissen, daß das Deckglas bei der Anwendung mancher Objective einen nothwendigen Bestandtheil des Mikroskopes bildet, und daß es ebensowohl zur Besserung, als zur Verschlechterung des Bildes beitragen kann.

Bei den meisten Mikroskopen, namentlich den von Plössl, erweis't sich der Einfluß der Deckgläser als unbedingt schädlich, indem die meisten Optiker ihre Objective auf die Weise construiren, daß sie unbedeckte Objecte am schärfsten zeigen. Eine Ausnahme machen in dieser Hinsicht die Mikroskope von Oberhäuser, deren starke Objective ein dünnes Deckglas erfordern; es ist diese Einrichtung nicht absichtlich von Oberhäuser gegeben worden, sondern die Folge davon, daß das Probeobject, dessen er sich bei der Zusammensetzung seiner Objective zur Prüfung derselben bedient, unter einem Deckglas liegt.

Das Verdienst, bei der Verfertigung der Objective die genaueste Rücksicht auf das Deckglase zu nehmen, erwarb sich Amici, welcher nicht nur schon längst (seit 1829) den Einfluß der Deckgläser kannte,

sondern auch das Mittel fand, ihn vollkommen unschädlich zu machen. Anstatt nämlich seine Objective so zu construiren, daß sie ein frei liegendes Object am deutlichsten zeigen, giebt Amici nur einem Theil seiner Objective diese Einrichtung und bringt bei der Mehrzahl derselben absichtlich solche Abweichungen von der richtigen Form an, daß sie durch die entgegengesetzten Wirkungen des Deckglases ausgeglichen werden. Bei diesen Objectiven bildet daher das Deckglas einen integirenden und wesentlichen Theil vom optischen Apparate des Instrumentes, und es wird nur bei Anwendung eines Deckglases von ganz bestimmter Dicke ein gutes Bild erhalten. Die Mittel hierzu liegen theils in der Construction der Objective selbst, theils in der Anwendung von Hülfslinsen, welche hinter solche Objective, die zur Betrachtung freiliegender Objecte dienen, geschraubt werden und die sphärische Aberration derselben ändern.

Der Grund, aus welchem Deckgläser einen so bedeutenden Einfluß auf das mikroskopische Bild ausüben, ist folgende. Das Object schickt auf die vordere Fläche des Objectives einen Bündel divergirender Strahlen aus. Verfolgen wir nun den Weg divergirender Strahlen (Fig. 161 **B, a** a, **B**, **b** b) durch ein Planglas (**A**,**A**), so finden wir, daß dieselben nach ihrem Austritt aus der zweiten (obern) Fläche des Glases eine solche Lage (**cd** und **ef**) angenommen haben, daß sie rückwärts verlängert im Ganzen genommen von einem Puncte herzukommen scheinen, welcher etwa um ein Dritttheil der Dicke des Deckglases höher, als das Object selbst liegt, weßhalb auch ein Object, auf welches das Mikroskop eingestellt ist, wenn man ein Deckglas über dasselbe legt, um diese Größe vom Objective entfernt werden muß, um durch das Glas deutlich gesehen zu werden. Außerhalb aber, und dieses ist der hier vorzugsweise in Betracht

kommende Punct, findet man daß die rückwärts verlängerten Strahlen nicht mehr in einem gemeinschaftlichen Puncte zusammentreffen, sondern daß die von der Achse **CB** stärker divergirenden Strahlen in einem höher oben gelegenen Puncte sich vereinigen, als die der Achse näher liegenden. Ein von sphärischer Aberration freies Mikroskop, welches die von einem Puncte ausgehenden Strahlen wieder in einem Punct vereinigt und welches folglich von freiliegenden Objecten ein scharfes Bild entwirft, kann daher von einem unter einem Deckglase liegenden Objecte unmöglicherweise ein deutliches Bild geben, indem die von einem Puncte des Objectes ausgehenden Strahlen in Folge der Einwirkung des Deckglases in einer solchen Richtung zum Objective gelangen, als kämen die am Rande des Objectives eintretenden Strahlen von einem höher gelegenen Puncte, als die in die Mitte des Objectives eintretenden. Das Deckglas bringt daher im mikroskopischen Bilde denselben Fehler hervor, wie ein in Beziehung auf sphärische Aberration übercorrigirtes Objectiv, woraus folgt, daß, wenn ein Deckglas angewendet werden soll, das Objectiv nur bis zu einem gewissen Grade in Hinsicht auf sphärische Abweichung corrigirt sein darf. Es zeigt auch die Untersuchung der Amici'schen Objective in der That, daß dieselben untercorrigirt sind.

Da die Kenntniß dieses Einflusses der Deckgläser von der höchsten practischen Wichtigkeit ist, indem man mit den besten Mikroskopen nur ein unvollkommenes Bild erhält, wenn man nicht die genaueste Rücksicht auf dieses Verhältniß nimmt, so glaubt man nur in Interesse der Leser zu handeln, wenn auf dieses Verhältniß genauer eingegangen wird. Mohl selbst hat, ehe er durch Amici auf diesen Einfluß der Deckgläser aufmerksam gemacht wurde und ihn bei seinen Mikroskopen mit Sorgfalt untersuchte, bei

den meisten seiner frühern mikroskopischen Beobachtungen durch Vernachlässigung dieses Punctes und unpassende Wahl der Deckglaser der Schärfe des mikroskopischen Bildes bedeutend geschadet, und man muß einem Jeden den Rath geben, durch Versuche auszumitteln, welche Dicke des Deckglases für die verschiedenen Objective seines Mikroskopes die passendste ist, oder wenigstens den geringsten Schaden bringt, indem nicht jeder mit Objectiven versehen sein wird, welche ein Deckglas ohne Schaden ertragen können.

Bei'm Gebrauche schwacher Objecte ist der Einfluß des Deckglases ganz unmerklich und kann ganz vernachlässigt werden. Das schwächste der Amici'schen Objectivsysteme von Mohl besteht z. B. aus 3 Objectiven von 4''',5 Oeffnung; seine unterste Linse steht 7''' vom Objecte ab, und dasselbe giebt mit dem schwächsten zum Mikroskope gehörigen Oculare, je nach der Länge der Röhre, eine 27 bis 56malige Vergrößerung; bei'm Gebrauche dieses Objectives ist es vollkommen gleichgültig, ob das Object frei oder unter einem Deckglase von der Dicke mehrer Millimeter betrachtet wird. Ganz anders verhält es sich dagegen mit den stärkern Objectiven, welche mit demselben Oculare Vergrößerungen von 100 und mehr Durchmessern geben, indem bei diesen entweder gar kein Deckglas zulässig oder ein solches von bestimmter Dicke erforderlich ist.

Die Dicke des Deckglases darf bei demselben Objective innerhalb gewisser Grenzen schwanken, ohne daß die Deutlichkeit des Bildes dadurch in einem merklichen Grade verändert wird. Diese Grenzen sind aber, wenn man das Objectiv an schwierigen Objecten prüft, um sehr geringe Unterschiede in der Beschaffenheit des Bildes erkennen zu können, einander ziemlich genähert, und zwar desto mehr, je stär-

ker das Objectiv ist. Einige Beispiele werden dies deutlicher machen. Mohl besitzt drei Amici'sche Objective, welche mit **A**, **B** und **C** bezeichnet sind, und welche mit dem schwächsten Oculare Vergrößerungen von 188, 292 und 300 geben; die Dicke der Deckgläser darf bei Objectiv **A** zwischen 1,2 und 1,6 Millimeter schwanken, bei Objectiv **B** zwischen 1,2 bis 1,5, bei Objectiv **C** zwischen 1,2 bis 1,4. Bei einem fernern Amici'schen Objective (**D**), dessen Vergrößerung ebenfalls 300 beträgt, schwankt die Dicke der brauchbaren Deckgläser zwischen 0,15 und 0,35 Millimeter, bei einem ferneren (**E**), welches 500mal vergrößert, liegt die Grenze zwischen 0,15 und 0.25 Millimeter; bei einem ausgezeichneten guten Plössl-schen Objective (Nr. 5 — 7), welches mit **F** bezeichnet ist, und welches an das Amici'sche Mikroskop angeschraubt eine Vergrößerung von 300 giebt, schwankt die Dicke des Deckglases zwischen 0,2 bis 0,3 Millimeter. Man sieht also deutlich, daß der Einfluß des Deckglases mit der Stärke des Objectives zunimmt.

Eine kleine Reihe von Versuchen wird Jeden, welcher ein mit starken Objectiven versehenes Mikroskop besitzt, diesen Einfluß erkennen lassen, und es wird Jeder, welcher den Einfluß erkannt hat, zugeben, wenn behauptet wird, daß, wer diesen Einfluß nicht beachtet, von seinem Mikroskopen kaum die Hälfte der Leistungen erhält, die er mit Beachtung derselben zu erhalten im Stande ist.

Die Dicke des Deckglases hängt aber nicht bloß von der Construction des Objectives, sondern auch von der Länge der Mikroskopröhre ab. Bekanntlich nimmt mit der Kürze der letzteren die Vergrößerung des Mikroskopes ab; daß dabei auch die Deutlichkeit des Bildes gestört werden kann, haben wohl außer Mohl auch noch andere Beobachter gefunden, we-

nigstens Pritchard, welcher (micr. illustr, p. 101) mit Recht bemerkt, daß dadurch die Correction des Objectives gestört werde. Dieses ist aber nicht sowohl eine Störung, als eine Aenderung zu nennen, für welche man in der Aenderung der Dicke des Deckglases eine Correction besitzt. Je mehr man nämlich die Röhre verkürzt, desto mehr muß man die Dicke des Deckglases vermehren. Einige Beispiele werden dies erläutern. Das vorhin angeführte Objectiv **A** bedarf bei einer 5″ 4‴ langen Röhre von 2″ 6‴ Länge ein Deckglas von 1,8 bis 2,3 Millimeter Dicke; das Objectiv **B** erfordert bei dieser Röhrenlänge Deckgläser von 1,2 bis 1,5, 1,3 bis 1,6 und 1,5 bis 1,8 Millimeter Dicke; ein Amici'sches Objectiv, welches bei einer Röhre von 5″ 4‴ Länge eine 483malige Vergrößerung giebt und zur Beobachtung freiliegender Gegenstände paßt, erträgt bei einer Röhrenlänge von 3″ 11‴ ein Deckglas von 0,15 Millim. Dicke, erfordert aber ein solches noch nicht nothwendig, während es bei einer Röhrenlänge von 2″ 6‴ ein Deckglas von 0,15 bis 0,2 Millim. Dicke nöthig hat.

Drittens erfordert dasselbe Objectiv bei'm Gebrauche verschiedener Oculare, welche nicht die gleiche Construction besitzen, Deckgläser von abweichender Dicke. So giebt z. B. das oben erwähnte Plössl'sche Objectiv (F) mit einem Plössl'schen Oculare das beste Bild, wenn es ohne Deckglas gebraucht wird, während es mit einem Amici'schen Oculare von sehr eigenthümlicher Construction (dasselbe besteht aus einem doppelt, aber ungleich convexen Collectivglase und einer, in chromatischer Beziehung übercorrigirten planconvexen achromatischen Ocularlinse) ein Deckglas von 0,2 bis 0,3 Millimeter Dicke erfordert.

Endlich läßt sich für jedes Objectiv die Dicke des Deckglases steigern, wenn man zwischen Objectiv und Ocular eine achrmat. Concavlinse bringt; so erfordert

z. B. das oben angeführte Objectiv **A** unter diesen Umständen bei der von Mohl angewendeten Linse (von etwa 48''' negativer Brennweite) ein Deckglas von 2,3 bis 2,5 Millimeter Dicke.

Manche Leser, welche bei ihren Mikroskopen ähnliche Erfahrungen noch nicht gemacht haben, werden der Ansicht sein, es sei minutiöse Kleinigkeitskrämerei, die hier zu Markte gebracht wird; allein dem ist nicht so, und es wird wiederholt, wer diese Umstände nicht beachtet, kann von seinem Mikroskope lange nicht die Leistungen erhalten, deren es fähig ist. Andere könnten glauben, die angeführte Eigenschaft sei nur eine Eigenthümlichkeit der Amici'schen Objective. Dem ist aber keineswegs also; es ist schon angeführt, daß auch bei den Plössl'schen Objectiven sich ganz dieselben Erscheinungen zeigen; ebenso findet man dieselben bei den starken Objectiven von Oberhäuser u. A., wie das auch nach dem oben über die Veränderungen, welche divergirende Strahlen bei'm Durchgange durch ein Planglas erleiden, Gesagten nicht anders sein kann. Daß die Sache bisher meistens übersehen wurde, liegt theils darin, daß diese Erscheinung bei schwachen Objectiven fehlt, oder wenigstens beinahe unmerklich ist, theils darin, daß man sie in ihrer vollen Schärfe nur bei Untersuchung geeigneter Probeobjecte, welche kleine Unterschiede in der Schärfe des Bildes erkennen lassen, auffallend sieht.

Hat man ein Mikroskop, dessen Objective die Objecte ohne Anwendung von Deckgläsern am schärfsten zeigen, so wird man unter allen Umständen, unter denen man ein Deckglas gebrauchen muß, das Bild verschlechtern. Es ist dieses ein großer Uebelstand, dem man jedoch entgegenwirken kann. Einmal wird man in diesem Falle gut thun, Deckgläser

von der möglichst geringen Dicke zu gebrauchen *), anderntheils kann man durch Verkürzung der Röhre und Anwendung von achromatischen Concavlinsen die sphärische Abweichung des Objectives corrigiren.

Die Nothwendigkeit, sehr dünne Deckgläser verwenden zu müssen, um ein gutes Bild zu erhalten, ist ein großer Uebelstand bei den meisten Mikroskopen, indem für die meisten Beobachtungen, bei welchen nicht eine mehr als 200 bis 300malige Vergrößerung nothwendig ist, die Anwendung von dicken Deckgläsern große Vorzüge hat, indem nur diese eine Quetschung des Objectes, ein Umherrollen zwischen den Gläsern und ähnliche mechanische Manipulationen möglich machen und man außerdem bei'm Gebrauche dicker Deckgläser vielerlei Unannehmlichkeiten (dem Ueberfließen des Wassers auf ihre obere Seite u. s. w.) entgeht, die mit dem Gebrauche dünner Gläser verbunden sind. Auch die genaue Be-

---

*) Sehr dünne geschliffene Deckgläser (von 0,15 — 0,3 Millimeter Dicke) kann man sich um einen verhältnißmäßig sehr geringen Preis bei Oberhäuser in Paris verschaffen. Will man, was allerdings bei solchen Mikroskopen, sowie bei starken einfachen Linsen zweckmäßig ist, noch dünnere Deckgläser anwenden, so ist es wohl am besten, nach der Methode von Harting, dadurch zu verfertigen, daß man an eine Glasröhre vor der Lampe eine Kugel anbläs't, und dieses durch starkes Hineinblasen so weit aufbläs't, bis sie zerreißt, wo alsdann die Ränder der zerrissenen Kugel aus einem ungemein dünnen Glashäutchen bestehen. Eine große Unbequemlichkeit ist es, daß Glasplättchen, welche unter 0,2 Millimeter Dicke haben, außerordentlich zerbrechlich sind. In dieser Hinsicht wird die Entdeckung des Prof. Schönbein in Basel, das Papier durchsichtig zu machen, für den mikroskopischen Beobachter von größter Wichtigkeit werden, indem derselbe glasartige, durchsichtige Membranen von beliebig geringer Dicke darstellen kann, welche mit dem größten Vortheile statt der Deckgläser verwendet werden können.

trachtung von Präparaten, welche zwischen Glasplatten aufbewahrt werden, ist nur mit einem Mikroskope, welches den Gebrauch dicker Gläser zuläßt, möglich; schon dieser Umstand allein wird es wünschenswerth machen, daß künftig hier alle Mikroskope mit ein paar Objectiven versehen würden, welche für ein Deckglas von etwa 1,5 Millimeter Dicke passen, denn die Aufbewahrung von Präparaten unter dünnen pariser Deckgläschen ist nicht bloß kostspielig, sondern es sind solche Präparate auch wegen der leichten Zerbrechlichkeit der sehr dünnen Gläser dem Verderben gar zu sehr ausgesetzt.

Es ist nicht zu leugnen, daß der Einfluß, welchen die Deckgläser auf die Deutlichkeit des mikroskopischen Bildes ausüben, die Beobachtung erschwert und zeitraubender macht, da man zu sehr starken Objectiven wegen der geringen Entfernung, in der sie vom Objecte abstehen, nur dünne Deckgläser verwenden kann und deßhalb nicht selten in den Fall kommt, wenn man die Präparate mit schwächeren Objectiven und einem dicken Deckglase untersucht hat, das letztere mit einem dünnen verwechseln zu müssen, um starke Vergrößerungen anwenden zu können. Dieses ist ein Uebelstand, allein die Sache läßt sich einmal nicht ändern, und es wäre thöricht, sich der Nothwendigkeit nicht fügen zu wollen, sondern lieber bei starken Vergrößerungen auf große Schärfe des Bildes zu verzichten, als sich der Unbequemlichkeit zu unterwerfen, Deckgläser von bestimmter, für jedes Objectiv am besten passender Dicke anzuwenden.

In welcher Art das Bild leidet, wenn man Deckgläser von einer nicht passenden Dicke anwendet, hierüber wird sich Jeder am besten durch eigene Versuche überzeugen, und wird dadurch die Erscheinungen besser kennen lernen, als wenn eine weitläufige Beschreibung derselben gegeben wird. Nur so viel

soll angeführt werden, daß das Bild, sowohl bei einem zu dicken, als einem zu dünnen Deckglase auf eine eigenthümliche Weise die Schärfe seiner Umrisse verliert und milchig wird, und daß durch ein zu dickes Deckglas hauptsächlich die penetrirende Kraft des Mikroskopes leidet, weßhalb es besser ist, eher ein zu dünnes, als ein zu dickes Deckglas zu verwenden, wenn man kein vollkommen passendes besitzt.

Dünnere Deckgläser (bis zu etwa 0,8 Millimet. Dicke) muß man sich von Optikern schleifen lassen, dickere erwirbt man sich leicht mit sehr unbedeutenden Kosten, indem man sie aus Spiegeln ausschneidet. Die im Handel vorkommenden Spiegel sind freilich in sehr unvollkommenem Grade eben geschliffen und sind an einzelnen Stellen dicker, als an andern, allein diese Abweichungen von der genauen Form sind gerade für diesen Zweck in hohem Grade erforderlich, indem man aus derselben Spiegelplatte Deckgläser, die um mehre Zehntel eines Millimeters ihrer Dicke abweichen, ausschneiden kann, und die sehr geringe Abweichungen von der ebenen Form und parallelen Lage beider Flächen, welche sich an einzelnen, auf diese Weise erhaltenen Deckgläschen finden, ohne allen Schaden sind. Man kann sich auf diese Weise leicht eine Menge von Deckgläsern verschaffen, die von Zehntel zu Zehntel Millimeter an Dicke zunehmen und aus welchen man sich die für die verschiedenen Objective passenden auslies't. Zur Messung ihrer Dicke bedarf es keines sehr genauen Apparates, indem es vollkommen hinreicht, wenn der Meßapparat $\frac{1}{10}$ Millimeter angiebt und $\frac{1}{20}$ Millimeter schätzen läßt; Mohl bedient sich hierzu eines kleinen in Millimeter getheilten und mit einem Nonius versehenen Schieberlineals von dem Fig. 162 eine Abbildung zeigt.

Aus dem Angeführten erhellt, daß jedes Mikroskop drei Reihen von Objectiven besitzen sollte, 1) solche zur Beobachtung ohne Deckglas, 2) solche, die zur Beobachtung unter dicken Deckgläsern (etwa von der Dicke von 1,2 bis 1,5 Millim.) tauglich sind, 3) solche, die Deckgläser von etwa 0,25 Millim. Dicke erfordern. Objective der zweiten Art können noch Vergrößerungen von 300mal ganz gut geben; für stärkere Vergrößerungen müssen alsdann Objective der dritten Art verwendet werden. Für schwache Vergrößerungen, d. h. für solche, welche nicht über ungefähr 60 Durchmesser steigen, reichen dagegen dieselben Objective aus, mögen die Objecte unter einem Deckglase liegen, oder frei sein.

Camera lucida.

Dies von Dr. Wollaston 1807 erfundene Instrument ist ein sehr wichtiger Nebenapparat für das Mikroskop, sowohl um kleine Objecte zu zeichnen, als auch mit dem Mikrometer sehr genaue Messungen zu erlangen. Er besteht aus einem vierseitigen Prisma von Glas, welches in einem messingenen Rahmen, wie Fig. 163 darstellt, eingesetzt worden ist. Mittelst einer kurzen Röhre kann es auf den vordern Theil eines jeden Ocularstückes angebracht werden, indem sein Deckel vorher abgenommen ist. Roß, dessen **Camera lucida** wir hier abbilden, befestigt das Prisma mittelst zweier kurzen Supports, auf einem kreisrunden Stück Messing, am Ende der Röhre. Auf dieser Scheibe kann es leicht gedreht werden, während das Prisma selbst ebenfalls durch zwei Schrauben mit geränderten Köpfen in verschiedene Stellungen gedreht werden kann. So eingerichtet kann die **Camera lucida** an das Ocularstück angebracht werden, nachdem das Mikroskop vorher in eine horizontale Stellung gebracht worden ist. Wenn nun das Licht durch den Körper des Mikro-

skopes reflectirt worden ist, so kann ein Auge über der quadratischen Vertiefung in dem Gestell des Prisma's, das Bild irgend eines Gegenstandes auf dem Stativ auf einem Stück weißen Papiers sehen, welches auf dem Tisch unmittelbar darunter liegt. Ist das ganze Gesichtsfeld nicht gehörig beleuchtet, so erreicht man dies, indem man entweder die runde Platte oder das Prisma dreht. Die hauptsächlichste Schwierigkeit bei dem Gebrauche des Instrumentes besteht darin, zu gleicher Zeit die zeichnende Bleifeder und das Bild sehen zu können. Um dies möglichst zu erleichtern, bringt Roß entweder 1 oder 2 Linsen unter dem Prisma an, so daß die Strahlen von dem Papier und der Bleifeder unter demselben Winkel divergiren, als die von dem Prisma aufgenommenen, welches dann veranlaßt, daß man Object und Bleifeder mit gleicher Deutlichkeit sieht.

Die Londoner Optiker Powell und Lealand verbinden mit ihren Mikroskopen einen kleinen, sehr fein polirten Spiegel, der unter einem Winkel von 45° befestigt und in dem Focus des Oculares gebracht wird, woselbst ihn eine runde Feder festhält, wie man in Fig. 164 sieht. Da dieser Spiegel kleiner als die Pupille des Auges ist, so können die Strahlen von dem Papier in das Auge rings um denselben fallen, so daß beide das Papier und das darauf durch den Spiegel reflectirte Bild auf einmal und unter demselben Winkel gesehen werden können. Es hat dieses Instrument einige Vorzüge vor der Wollaston'schen Camera lucida, und wir kommen im nächsten Abschnitt bei'm Gebrauch der Camera und bei der Mikrometrie darauf zurück.

Prismen.

Der Franzose Dujardin, dem wir den achromatischen Condensor verdanken, fand, daß zur Her-

vorbringung des besten Effectes ein Glasprisma von der in Fig. 165 dargestellten Form, statt eines Spiegels, angewendet werden müsse. **a** stellt eine kurze messingene Röhre dar, **b** ein Glasprisma, mittelst der Supports **c** mit der Röhre a verbunden. Die Röhre kann über das Ende des Condensors geschoben und so gedreht werden, wie es das Sonnen- oder Lampenlicht erfordert. Die Enden der Schrauben, um welche sich das Prisma dreht, sind conisch und passen in gleichgeformte Löcher in den Seiten des Prisma's. Es hat dieses Instrument einige Vorzüge vor dem Planspiegel, die Lichtmenge ist größer, und alle Testobjecte, in denen zarte Umrisse u. s. w. vorhanden sind, können in dem besten Lichte erscheinen. Da nämlich manche Strahlen durchfallen, während andere reflectirt werden, so tritt der Schatten von den Umrissen mehr hervor.

Der Indicator.

Um denen, die noch ungeübt in mikroskopischen Untersuchungen sind, irgend einen besondern Theil von einem Object, der im Gesichtsfelde ist, nachweisen zu können, sind verschiedene Vorrichtungen in's Werk gerichtet worden. Der Verfasser, der oft den Mangel eines Indicators empfand, gebrauchte zuerst einen Glasstreifen, auf welchem mehre rechtwinklich zu einander stehende Linien gezogen waren. Dieses Glas hatte eine messingene Fassung und wurde, gleich einigen Mikrometern, die wir weiter unten näher kennen lernen werden, durch eine länglich viereckige Oeffnung in einem der Oculare, in den Focus des Ocularglases gebracht. Durch dies getheilte Glas wurde das Gesichtsfeld in vier Theile getheilt, und jedes Object in demselben konnte durch das verstellbare Stativ in eine solche Lage gebracht werden, daß es sich innerhalb einer der vier Abtheilungen befand

oder daß die Linien dasselbe durchschnitten. Diese Einrichtung war sehr zweckmäßig für geringere Vergrößerungen, allein bei höheren wurde sie zu unbestimmt, indem das getheilte Glas zwischen dem Ocular und dem Objectiv sich befand. Es wurde daher der Verfasser zu der in Fig. 166 dargestellten Vorrichtung veranlaßt, die sehr einfach ist und sehr leicht mit jedem Oculare verbunden werden kann.

Der Durchschnitt, Fig. 166 zeigt das unterste Ocular, welches nebst dem Objectiv planconvex ist, die ebene Fläche nach dem Auge gerichtet. Unmittelbar über dem Objectivglase befindet sich die Blendung mit einer Oeffnung von ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Zwischen der Blendung und der oberen Platte des Oculares ist eine dünne Drahtspindel angebracht, und an derselben sitzt ein sehr zarter Zeiger, wie an einer Taschenuhr, der bis in den Focus des Oculares reicht. Oben ist die Spindel mit einer kleinen Kurbel versehen, um dieselbe und den Zeiger um $\frac{1}{4}$ Peripherie zu drehen. Wird der Indicator nicht gebraucht, so wird der Indicator aus dem Gesichtsfelde und in die Seite gedreht, wogegen, wenn er gebraucht wird, über die Oeffnung in der Blendung und über das Gesichtsfeld gedreht werden muß, wie Fig. 167 zeigt. Der Zeiger kann in den Mittelpunct des Gesichtsfeldes gedreht werden, und jedes Object, welches nachgewiesen werden soll, kann durch die Bewegungen des Statives der Zeigerspitze gegenüber gedreht werden. Es ist noch bemerkenswerth, daß der Zeiger die in der Fig. angegebene Form hat, da er am wenigsten zur Zersetzung des Lichtes Veranlassung giebt.

Kappe oder Hut für den Mikroskopkörper.

Bei'm Zeichnen, oder wenn ein Object mit großer Sorgfalt eine kürzere Zeit bei Lampenlicht un-

tersucht werden soll, wird, um das Auge so viel als möglich gegen alle äußere Erleuchtung zu schützen, der oben genannte Apparat angebracht, der in den Figg. 168 und 169 abgebildet worden ist. Der Schirm besteht aus vier oder mehren Stücken von gewöhnlicher oder von Kartenpappe, die entweder schwarz angestrichen oder mit schwarzem Tuch oder Sammt überzogen ist. Die in der Mitte befindliche Oeffnung paßt genau auf das Ocular oder auf das Ende des Mikroskopkörpers; zuweilen ist eine Oeffnung für die Nase ausgeschnitten. Wendet man diesen Schirm an, so kann weder Wärme und kein anderes Licht zu dem Auge gelangen, als das durch die Spiegel reflectirte, und es ist demnach aller Schimmer weggenommen. Die Einrichtung des Schirmes ist übrigens in den beiden Figuren so deutlich, daß sie keiner weitern Erklärung bedarf. Zuweilen fertigt man ihn auch von Leder an.

Das Goniometer.

Zur Messung der Winkel sehr kleiner Krystalle wird mit dem Mikroskop ein Goniometer angewendet; jedoch ist dessen Benutzung schwierig und erfordert eine längere Uebung. Wir kommen im nächsten Abschnitt darauf zurück, sowie dort und im dritten Abschnitte überhaupt von der Benutzung der verschiedenen in diesem Capitel beschriebenen Apparate geredet werden wird.

Fünftes Capitel.

Die Lampe.

Die bei mikroskopischen Untersuchungen gewöhnlich angewendeten Lampen sind in den Figg. 170 u.

172 abgebildet. Die erste ist in England sehr häufig, und man kennt sie in sehr verschiedenen Formen und Größen als Universitäts- oder Studirlampe. Das Oel ist in einem runden Behälter von ungefähr 4 oder 5 Zoll Durchmesser und 2 oder mehr Zoll Tiefe enthalten. Der Stab, welcher den Oelbehälter und Lampenkörper, sowie den Schirm trägt, ist etwa 18 Zoll lang, ist in einem schweren Metallfuß befestigt und geht durch dic Mitte des Oelbehälters, der sowie der Schirm durch Druckschrauben daran festgehalten werden, so daß beide leicht verstellt werden können. Der Brenner hat die gewöhnliche argantische Einrichtung, und der Docht hat ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser. Die übrige Einrichtung der Lampe ist aus der Fig. 170 ersichtlich und ist auch unsern Lesern bekannt. Der blecherne Schirm ist auswendig dunkel und inwendig weiß lackirt und hat den Zweck, das Licht auf den Tisch zu werfen. Einige von Papier ausgeschnittene Schirmchen, auf der äußern Seite von grüner und von der innern Seite von weißer Farbe und mit einem conischen Drahtrahmen versehen, sind den metallenen noch vorzuziehen. Diese Schirme entsprechen den Zwecken, überflüssige Hitze und überflüssiges Licht von den Augen wegzunehmen, und ein gutes Licht auf die Tafel zu werfen, sehr gut. Die Metallschirme halten die Wärme von dem Kopfe nicht hinlänglich ab, und es ist dies sehr unangenehm, wenn man denselben in die Nähe der Lampe halten muß, wogegen die Papierschirme diesen Zweck am besten erfüllen. Die Art und Weise, wie diese Papierschirme angefertigt werden, ist die folgende: Man nimmt einen Bogen gutes Schreibpapier und schneidet sie mit Hülfe von Zirkel und Lineal in der in Fig. 172 angegebenen Weise zu zwei Patronen aus, umklebt dieselben über einen Drahtrahmen. Dieses weiße Papier bildet die in-

nere Seite des Schirmes, während zwei andere Patronen von grünem Papier darüber hergeklebt werden und die äußere Seite des Schirmes bilden. Wenn man sich Patronen im Vorrath geschnitten hat, so kann man solche Schirme sehr leicht herstellen, und es ist der Verlust eines solchen durchaus nicht von Belang. Der Durchmesser des äußern Halbkreises von einer solchen Patrone beträgt etwa 13 Zoll und der innere 4 Zoll.

Kopf und Augen werden weit besser durch die Anwendung von zwei Papierschirmen geschützt. Der äußere hat etwa $\frac{1}{4}$ Zoll mehr Durchmesser, als der innere, und aus beiden treten Röhren hervor, die den ganzen obern Theil des Glascylinders verdecken. Dadurch geht immer ein kalter Luftstrom durch die beiden Schirme, so daß der äußere stets kalt bleibt.

Will man das Zimmer erleuchten und doch kein Licht in den Augen haben, so nimmt man die Hälfte des Schirmes weg, so daß nur die Drahtringe des Drahtes bleiben.

Bei weitem die besten Lampen sowohl zum gewöhnlichen Gebrauch, als auch zur Benutzung bei mikroskopischen Beobachtungen sind die den vorigen ähnlichen Stehlampen mit Sturzflasche, indem in denselben das Oel dem Docht immer in einem gewissen Niveau dargeboten wird, mag nun der Oelbehälter ganz voll oder fast leer sein. Fig. 172 giebt eine Abbildung von einer dieser Lampen, die unter sehr verschiedenartigen Formen jetzt ein gewöhnliches Hausgeräth sind, da sie bei manchen Fehlern eine große allgemeine Zweckmäßigkeit besitzen. Wir brauchen sie daher nicht genau zu beschreiben, sondern wollen nur noch folgende Bemerkungen darüber machen:

Manche Lampen dieser Art haben Zahnstange und Getriebe zur Hebung und Senkung des Dochtes,

jedoch haben sie den Nachtheil, daß durch die Büchse des Getriebes leicht Oel entweicht. Besser sind daher die sogenannten englischen Schrauben, die den Docht sammt dem Cylinder dringend heben und senken, und welche auch bei den gewöhnlichen argantischen Lampen vorhanden sind. Bei manchen Lampen ist die kleine Gallerie, welche den Cylinder trägt, an dem Brenner verschiebbar, indem dadurch die Intensität des Lichtes vermehrt, oder vermindert werden kann. Ist die Sturzflasche, welche das Oel enthält, einmal in die Lampe eingesteckt, so darf man sie nicht heben und wieder fallen lassen, weil sie sonst das Oel aus dem Brenner herausdrückt, so daß der Docht zu viel bekommt, es überläuft, das unten an dem Brenner sitzende Schälchen füllt, so daß die Lampe dampft, und am Ende auch Oel aus dem Schälchen auf den Tisch läuft.

Soll eine solche Lampe gut leuchten, so muß man sie mit großer Sorgfalt und Aufmerksamkeit behandeln. Zuvörderst muß die ganze Lampe und hauptsächlich der Brenner im höchsten Grade reinlich gehalten werden; nach jedesmaligem Gebrauch muß der Docht mit einer sogenannten Lampenscheere dicht an dem Brennring recht egal abgeschnitten werden, und er darf nie kürzer sein, als ein Zoll über dem Ringe, an welchem er befestigt ist. Die innere Röhre, durch welche die Luft zieht, muß frei von Dochtrosten gehalten werden, und da diese Dochtroste leicht hereinfallen, so muß muß man stets danach sehen, daß diese Röhre rein bleibe; ebenso müssen die Löcher am Schälchen, am untern Ende des Brenners, stets frei und rein erhalten werden, damit die gehörige Luftmenge hindurchströmen könne. Als Brennmaterial dient gutes gereinigtes Rüböl und gereinigter Fischthran. Von Zeit zu Zeit muß die Lampe gänzlich von dem Oel entleert und mit heißer Lauge oder

besser noch mit heißem Kienöl so gereinigt werden, daß nichts von den Oelunreinigkeiten, die sich in den untersten Puncten der Lampen und in den engen Canälen so leicht einsetzen und verdicken, zurückbleibt. Auch darf man eine Lampe nicht lange ungebraucht stehen lassen.

Alle besondere Aufmerksamkeit erfordert die Größe und die Form des Cylinders oder der Esse. Wenn man den Cylinder über die Flamme in seine Stellung setzt, so wird man sehen, daß an einem Puncte das Licht am hellsten ist, und diesen Punct muß man sich merken, und wenn das Glas, sobald es an seiner Stelle ist, nicht ein eben so helles Licht veranlaßt, so ist der zusammengezogene oder enge Theil des Cylinders entweder zu hoch, oder zu niedrig im Verhältniß zu dem Standpuncte des Dochtes; einige Versuche können diese Puncte leicht festsetzen. Wenn das stärkste Licht verlangt wird, ehe der Cylinder in seine Stellung gelangt, so steht der enge Theil des Glases nicht hoch genug; hat man aber dagegen das stärkste Licht noch nicht erlangt, so steht der zusammengezogene Theil zu hoch, und ist daher sehr zweckmäßig, wenn die Gallerie, welche den Cylinder trägt, verschiebbar ist. Im Allgemeinen kann man als Regel feststellen, daß der zusammengezogene Theil des Cylinders in einer Höhe mit dem obersten Rande des Dochtes stehen und daß dieser Theil des Cylinders nur $\frac{2}{3}$ Zoll weiter sein muß, als der äußere Durchmesser dort beträgt. Cylinder mit einer Verengung, wie sie Fig. 170 zeigt, sind die zweckmäßigsten. Eine hellblaue Färbung des Glases, aus dem Cylinder geblasen werden, entspricht dem Zweck am besten, indem durch solche neutrale Farbe die gelbe Farbe der Flamme ganz weiß wird.

Cylinderschirme. — Ein solcher Cylinderschirm besteht aus einer messingenen Röhre, etwas länger und weiter, als der Cylinder auf der einen Seite mit einer Messingplatte mit einer Oeffnung von ¾ Zoll im Durchm., so daß diese Röhre vor der Lampenflamme durch Zahnstange und Getriebe auf- und nieder bewegt werden kann. Dieselbe schneidet alles Licht von dem Zimmer ab, ausgenommen dasjenige, welches durch die oben erwähnte Oeffnung geht. Der Zweck dieses Schirmes ist der, es zu verhindern, daß auf einen undurchsichtigen Gegenstand mehr Licht fällt, als die Oeffnung in dem Schirme es gestattet, so daß das Licht, was auf dieses Object falle, im starken Contrast zu der umgebenden Dunkelheit steht. Ein Schirm von Weißblech, der auswendig schwarz angestrichen ist, entspricht demselben Zwecke.

Wir müssen hier noch bemerken, daß außer den oben erwähnten Oelen, die englischen Mikroskopisten sehr gern das Oel aus den Beeren des Jatrophastrauches, der auf den capverdischen Inseln wächst, benutzen, indem es ein sehr schönes und helles Licht giebt und frei von jedem Geruch ist. Dies Oel hat außerdem den Vorzug, daß es keinen Rückstand läßt und die Lampe daher gar nicht verunreinigt. Wir kommen noch einmal auf die Reinigung der Lampen zurück, welches am besten mittelst einer Auflösung von Aetzkali geschieht. Man gießt dieselbe in die Lampe, läßt sie einen oder mehre Tage damit stehen, worauf das alte Oel in Seife verwandelt wird. Man gießt diese Flüssigkeit aus und spült die Lampe so lange mit warmem Wasser aus, bis dasselbe gänzlich rein herauskommt. Darauf gießt man etwas kochendes Wasser in die Lampe, läßt sie einige Minuten damit stehen, gießt es aus, kehrt die Lampentheile um, und läßt sie an einem warmen Ort austrocknen. Will man die Lampe rasch reini-

gen, so muß man, wie schon oben bemerkt, Terpenthin- oder Kienöl nehmen, womit man seinen Zweck auf das vollständigste erreicht.

Sehr wesentlich ist es auch, den Glascylinder immer recht rein zu erhalten, indem derselbe von der Dochtflamme sehr leicht geschwärzt und verunreinigt wird. Man muß die Reinigung in Wasser vornehmen, dem etwas Salzsäure zugesetzt ist. Oder, wenn man die Säure nicht zur Hand hat, so lös't man etwas Salz im Wasser auf und gießt etwas Essig hinzu. Man wickelt ein Stückchen Flanell um einen Stock, und reinigt damit das Innere der Glasröhre, spült darauf den Cylinder in reinem Wasser aus und trocknet ihn gehörig ab. Geschieht dies nicht und ist noch Wasser hängen geblieben, so springt der Cylinder leicht, wenn man ihn über die Flamme bringt.

Als Ersatz der hier beschriebenen Lampen bei mikroskopischen Untersuchungen, wendet man auch wohl andere Oel- und Gaslampen an, ebenso auch wohl eine Wachskerze; allein sie sind minder bequem, oder geben ein minder gutes Licht, als die erwähnten, und so können wir denn auch um so eher darüber weggehen.

Sechstes Capitel.

Von der Messung der Vergrößerung.

Da es in sehr vielen Fällen von Wichtigkeit ist, die Vergrößerungskraft des zu einer gewissen Untersuchung verwendeten Mikroskopes zu bestimmen, so ist eine Methode, nach welcher dieses auf eine leichte und hinreichend genaue Weise geschehen kann, von großem practischen Werthe.

Ein jedes Lehrbuch der Physik enthält die Anleitung, wie die Vergrößerungskraft eines Mikroskopes aus der Focallänge seines Objectives und der das Ocular zusammensetzenden Gläser berechnet werden kann; da aber die Messung der Brennweite dieser Gläser mit vielen Umständen verbunden ist und man dabei leicht Fehler begehen kann, welche das Gesammtresultat in nicht unbedeutendem Grade unrichtig machen können, so ist die directe Messung der Vergrößerungskraft des ganzen Instrumentes nicht bloß bequemer, sondern auch sicherer. In dieser Hinsicht leistet die Methode von Jacquin (Baumgartner's und Ettingshausen's Zeitschrift für Physik und Mathematik Bd. IV. S. 1. 1828) jeder billigen Anforderung volles Genüge. Sie besteht einfach darin, daß man das Bild eines unter dem Mikroskope liegenden Mikrometers mittelst eines am Oculare befindlichen Sömmering'schen Spiegels oder einer analogen, als Camera lucida wirkenden Vorrichtung auf einen in paralleler Richtung mit der Mikroskopröhre in der Entfernung der deutlichen Sehweite von der Achse des Mikroskopes aufgestellten Maßstab producirt wird die Beleuchtung sowohl des Mikroskopes als des Maßstabes gehörig regulirt, so ist es (mit Ausnahme dersehr starken Vergrößerungen) sehr leicht, das Bilddes Mikrometers auf den Maßstabe zu sehen und zu ermitteln, wie viele Abtheilungen des Mikrometers einer bestimmten Zahl von Abtheilungen des Maßstabes entsprechen. Es ist natürlicher Weise, um sich Reductionen des einen Maßes auf ein anderes zu ersparen, bequemer, jedoch nicht nothwendig, einen Maßstab zu verwenden, welcher nach dem gleichen Maße, wie der Mikrometer, getheilt ist.

Die Theilung des Maßstabes ist fein genug, wenn sie Linien angiebt; die Theilung des Mikrometers genügt, wenn sie Funfzigstel=, im höchsten

Falle Hunderte-Linien beträgt. Bei schwachen Vergrößerungen sind Mikrometer von der angegebenen Theilung wegen der großen Zahl von Strichen, die in's Gesichtsfeld fallen, unbequem, und es genügt, einen metallenen, in Linien oder Millimeter getheilten Maßstab als Object zu verwenden. Jacquin verwendete eine auf schwarzes Kartenpapier mit weißer Farbe aufgetragene Scala als Maßstab und stellte seine Messungen immer bei günstiger Beleuchtung an; Mohl findet einen mit Tusche auf weißem Kartenpapier gezeichneten Maßstab und die gewöhnliche Tagesbeleuchtung vollkommen ausreichend.

Ettingshausen machte über diese Messungsmethode einige sehr richtige Bemerkungen (Baumgartner und Ettingshausen, Zeitschrift für Physik und Mathematik, Bd. V, 1829, S. 316). Er giebt nämlich den Rath, bei Mikroskopen, die ein großes Gesichtsfeld haben, dieses durch eine auf die Blendung aufgelegte, mit einer kleineren Oeffnung versehene Metallplatte zu beschränken, um den äußern Theil des Gesichtsfeldes, welcher eine andere Vergrößerung, als die Mitte des Gesichtsfeldes giebt, auszuschließen.

Ferner bemerkt Ettingshausen, daß nicht alle Vergrößerungen des Mikroskopes auf diese Weise mit gleicher Sicherheit gemessen werden, sondern daß hauptsächlich diejenigen Vergrößerungen, welche durch Verbindung der verschiedenen Oculare mit den schwächeren Objectiven erhalten werden, ein genaues Resultat geben, insofern man mittelst derselben die Striche des Mikrometers noch hinreichend fein sehe. Er hält es deßhalb für passender, für jedes Ocular des Mikroskopes nur die Vergrößerung zu messen, welche dasselbe mit einem passenden Objective giebt, zu berechnen. Es verhalten sich die Vergrößerungen, welche zwei verschiedene Objective mit dem nämlichen Oculare geben, verkehrt wie die absoluten Größen der

linearen Dimensionen, welche bei diesen Objectiven gleich groß erscheinen, oder deren Bilder innerhalb der zum Oculare gehörenden Blendung gleiche Räume einnehmen. Betrachtet man also mit dem Mikroskope einen Mikrometer und zählt bei'm Gebrauche verschiedener Objective ab, wie viele Theilstriche der Durchmesser des Gesichtsfeldes (welches durch eine enge Blendung zu verkleinern zweckmäßig ist) enthält, so müssen die Mengen der geschehenen Theilstriche, mit den diesen Objectiven zugehörigen Vergrößerungsexponenten multiplicirt, gleiche Producte geben. Hieraus folgt, daß man das Product aus dem nach der Methode von Jacquin bestimmten Vergrößerungsexponenten einer gewissen Verbindung der Bestandtheile des Mikroskopes mit der Anzahl der Mikrometertheile, welche dabei in dem Durchmesser des Gesichtsfeldes liegen, nur durch die Anzahl der Mikrometertheile, welche der Durchmesser des Gesichtsfeldes bei demselben Oculare in Verbindung mit einem andern Objective umfaßt, zu dividiren habe, um den Vergrößerungsexponenten für letzteres Objectiv zu erhalten.

Ettingshausen erläutert das Gesagte durch folgendes Beispiel. Auf die Blendung eines Plößl'schen Mikroskopes wurde ein Metallplättchen mit einer runden, etwa $1\frac{2}{3}$ Linien im Durchmesser haltenden Oeffnung aufgelegt, und ein in Sechzigstellinien getheilter Mikrometer als Object benutzt. Bei sieben mit verschiedenen Objectiven angestellten Beobachtungen wurden im Durchmesser des nun vorhandenen Gesichtsfeldes 78, 38, 30, 18, 25, 18, $12\frac{1}{2}$ Theilstriche des Mikrometers gesehen. Die Vergrößerung, welche bei der sechsten Beobachtung angewendet wurde, war durch den Sömmering'schen Spiegel gemessen und = 60 gefunden worden. Bildet man nun das Product aus der dem Durchmesser

des Gesichtsfeldes für dieses Objectiv entsprechenden Zahl 18 mit 60, nämlich 1080, so werden die Vergrößerungen für die übrigen Objective durch die Quotienten $\frac{1080}{78}$, $\frac{1080}{38}$, $\frac{1080}{30}$, $\frac{1080}{18}$, $\frac{1080}{38}$, $\frac{1080}{12\frac{1}{2}}$, oder, wenn man die denselben zunächst liegenden ganzen Zahlen nimmt, durch 14, 28, 36, 60, 28, 86 ausgedrückt.

Diese Ettingshausen'sche Methode ist ohne Zweifel in allen Fällen, in welchen es sich um Bestimmung stärkerer Vergrößerungen handelt, der Jacquin'schen vorzuziehen, denn die letztere ist nicht bloß bei stärkeren Vergrößerungen weit anstrengender für das Auge, sondern auch deßhalb nicht ganz sicher, weil die Striche des Mikrometers mit einer sehr bedeutenden Breite gesehen werden. Dagegen leidet die Methode von Ettingshausen an dem Uebelstande, daß sehr häufig nicht eine bestimmte Anzahl von Abtheilungen des Mikrometers die Breite der Blendungen gerade ausfüllt, sondern daß gewöhnlich ein Bruchtheil der letzten Abtheilung geschätzt werden muß, und daß deßhalb bei starken Vergrößerungen, bei welchen nur eine kleine Anzahl solcher Abtheilungen in's Gesichtsfeld fällt, durch eine unrichtige Schätzung kein ganz unbedeutender Fehler veranlaßt werden kann. Ich halte es daher für weit zuverlässiger, anstatt einen Glasmikrometer als Object zu benutzen, das Mikroskop auf einen in eine Glasplatte geschnittenen feinen Diamantstrich einzustellen, und die Glasplatte durch den Schraubenmikrometer unter dem Mikroskope durchzuführen. Hierbei ist es sehr leicht, den Ein- und Austritt des Bildes vom Diamantstriche in das Gesichtsfeld genau zu sehen, und es giebt die Anzahl der Windungen der Mikrometerschraube, die zu dem Durchführen des Striches durch das Gesichtsfeld nöthig sind, ein weit genaueres Maß als ein Glasmikrometer. Man muß zugeben,

daß dieses Verfahren zeitraubend ist; an Genauigkeit verdient es aber wohl unbedingt den Vorzug vor der Methode von Ettingshausen. Eine ganz genaue Bestimmung der Vergrößerung wird man allerdings auch auf diese Weise nicht erhalten. Man erhält zwar durch dieselbe das Verhältniß der Vergrößerungskraft der verschiedenen Objective desselben Mikroskopes so genau, als man es nur wünschen mag, allein die Brechung wird dadurch unsicher, daß sie sich auf die nach der Jacquin'schen Methode angestellte Messung der Vergrößerung stützt, welche das Mikroskop mit einem dieser Objective giebt. Diese Messung ist schwer in voller Schärfe auszuführen, und zwar aus zwei Gründen. Einmal begeht man bei der Vergleichung des durch den Sömmering'schen Spiegel gesehenen Mikrometerbildes mit der Scale leicht Fehler, welche zuweilen nicht ganz unbedeutend sind, indem man zwei Striche beider Scalen als übereinanderfallend betrachten kann, wenn sie nicht genau zusammenfallen, oder indem, wenn das Auge sich bewegt, kleine Verschiebungen der Scalen gegen einander vorkommen, welche die Vergleichung derselben unsicher machen. Man kann sich leicht davon überzeugen, daß man bei dieser Messungsmethode Fehler begeht, wenn man die Vergrößerungen desselben Mikroskopes wiederholt, zu verschiedenen Zeiten nach derselben bestimmt, indem die Resultate der Messungen nicht immer übereinstimmend sein werden. Es wäre deßhalb zweckmäßiger, wenngleich nicht bequemer, das Bild des Mikrometers nicht auf eine Scale, sondern auf eine gleichförmige Fläche zu projiciren, dasselbe mit dem Zirkel zu messen und aus mehren Messungen das Mittel zu ziehen, bei welcher Methode man die Entfernung zweier Striche des Mikrometerbildes weit genauer, als bei der Projection desselben auf eine Scale finden könnte. Zwei-

tens setzt die Jacquin'sche Methode voraus, daß ein Mikrometer angewendet wird, welcher sowohl gleichförmig als auch genau nach einem bestimmten Maße getheilt ist. Wie wenig aber diesen Anforderungen die meisten Glasmikrometer entsprechen, davon wird weiter unten im Capitel von der mikrometrischen Messung die Rede sein. Wenn daher auch von der nach Mohl vorgeschlagenen Methode die relative Vergrößerungskraft der verschiedenen Objective desselben Mikroskopes sehr genau ausgemittelt werden kann, so kann sich doch bei der Berechnung ihrer absoluten Größe durch einen bei der Messung des der Rechnung zu Grunde gelegten Objectives begangenen Fehler in das Resultat der Rechnung ein Fehler einschleichen, welcher leicht mehre Hunderttheile der Gesammtgröße beträgt.

Ein Beispiel wird dieses wohl am besten zeigen. Mohl bestimmte auf die angegebene Weise die Vergrößerungen eines Plößl'schen Mikroskopes. Um bei'm Einstellen des Diamantstriches zwei feste Puncte und zugleich ein beschränktes Gesichtsfeld zu haben. legte er auf die Blendung des Oculares einen Ring, in welchem in der Richtung von Radien zwei Nadeln befestigt waren, deren Spitzen vom Mittelpuncte des Ringes etwa ein Millimeter weit abstanden; zwischen diesen Spitzen wurde das Bild des Diamantstriches durch den Schraubenmikrometer hin- und hergeführt. Nun maß er mittelst der Jacquin'schen Methode die Vergrößerungen, welche zwei der untersuchten Objective gaben: mit dem einen vergrößerte das Mikroskop 60-, mit dem andern 112 mal im Durchmesser. Wären diese beiden Messungen richtig gewesen, so hätten diese Zahlen mit den durch den Schraubenmikrometer angegebenen multiplicirt das gleiche Product geben müssen. Das war aber nicht der Fall.

Der Schraubenmikrometer gab bei der 60 fachen Vergrößerung 1,093 und bei der 112 fachen 0,538 an; nun ist aber $60 \times 1039 = 62{,}340$ und $112 \times 538 = 60{,}256$. Da Mohl keinen Grund hatte, die eine dieser Messungen für besser als die andere zu halten, so legte er der Brechung das Mittel aus diesen Zahlen zu Grunde. Aus derselben ergaben sich für die Vergrößerung der verschiedenen Objective folgende Zahlen, welchen er in Klammern die nach der Jacquin'schen Methode gefundenen beisetzt: 28 (28), 59 (60), 90 (90), 114 (112), 130 (132), 293 (290). Die mittelst der Messung mit dem Schraubenmikrometer gefundenen Zahlen nähern sich ohne Zweifel der Wahrheit mehr, als die mittelst der Jacquin'schen Methode gefundenen, allein die Differenzen zwischen den Resultaten beider Messungsarten sind, wie man sieht, nicht so bedeutend, um nicht auch die letztere als vollkommen ausreichend erkennen zu lassen, indem es vollkommen gleichgültig ist, ob die Vergrößerung, mit welcher man ein Object untersuchte, 293 oder 290 fach ist. Insoferne wird bei der von Mohl vorgeschlagenen Methode bei schwachen und mittleren Vergrößerungen in Beziehung auf die Sicherheit des Resultates allerdings nicht viel gewonnen werden; anders wird es sich aber bei stärkeren Vergrößerungen verhalten, bei welchen die Jacquin'sche Methode nicht bloß beschwerlich und anstrengend für das Auge ist, sondern bei welcher auch leichter Fehler begangen werden können, weil mit der zunehmenden Schärfe und Lichtstärke des Bildes die Vergleichung desselben mit der Scale schwieriger wird, während die Messung mit dem Schraubenmikrometer an Schwierigkeit nicht zunimmt. Ungeachtet unter diesen Umständen wegen größerer Leichtigkeit und Sicherheit die Anwendung des

Schraubenmikrometers vor der Jacquin'schen Methode den Vorzug verdienen mag, so wäre es doch ein Irrthum zu glauben, daß nicht auch die letztere Methode, wenn man sorgfältig zu Werke geht, sehr brauchbare Resultate geben würde. Mohl bestimmte um diese Methoden zu vergleichen, bei dem vorhin angeführten Plössl'schen Instrumente die Vergrößerungen, welche seine stärksten Objective (no: 5 — 7) den stärkeren Ocularen (2 — 5) geben und erhielt hierbei folgende Zahlen, welche, wie vorhin, die durch die Jacquin'sche Methode gefundenen in Klammern beigesetzet werden: 472 (475), 908 (900), 1085 (1150), 1474 (1500).

Es bemerkt Ettingshausen ferner, daß man, anstatt das Gesichtsfeld auf die oben beschriebene Weise zu verengen, auch einen Mikrometer auf die Blendung des Ocylares legen und abzählen könne, wie viele Theilstriche des als Object dienenden (unteren) Mikrometers zwischen zwei beliebige Grenzstriche des auf der Blendung liegenden (oberen) fallen oder, besser, man könne aus der Vergleichung der Bilder beider Mikrometer in Hinsicht auf das Zusammenfallen zweier Paare von Theilstrichen berechnen, wie viele Theile des oberen Mikrometers auf einen Theil des unteren gehen. Die Vergrößerungen, welche verschiedene Objective mit demselben Oculare geben, verhalten sich direct wie die so gefundenen Zahlen.

Da die Zahl, welche die Vergrößerung eines Mikroskopes ausdrückt, sich auf die Annahme einer bestimmten natürlichen Sehweite bezieht, diese aber willkürlich ist und bald größer, bald kleiner angenommen wird, so hält es Goring für passender, nicht die Vergrößerungskraft eines Mikroskopes anzugeben, sondern auszumitteln, wie groß die Brennweite einer einfachen Linse ist, welche die gleiche

Vergrößerung giebt, wie das in Frage stehende zusammengesetzte Mikroskop, und diese Brennweite anzugeben. Für dieses Verfahren spricht allerdings, daß man dabei Zahlen erhält, welche einen absoluten Werth haben und die nicht von der willkürlichen Annahme der Sehweite abhängen; auf der andern Seite muß aber auch zugegeben werden, daß hiebei im Grunde nicht viel gewonnen wird, indem man doch, um eine Vorstellung von der durch das Mikroskop erhaltenen Vergrößerung zu erhalten, genöthigt ist, dieselbe aus der Angabe der Brennweite zu berechnen, was nicht geschehen kann, ohne daß man eine bestimmte Schweite zu Grunde legt, womit wieder die gleiche Unsicherheit eintritt. Die ganze Methode ist daher im Grunde nur ein Umweg, um zu demselben Resultate zu gelangen, welches die Jacquin'sche Methode direct liefert. Mohl hält es daher auch für überflüssig, die Methoden anzuführen, welche Goring anwendet, um die Brennweite einer Linse auszumitteln, welche die gleiche Vergrößerung mit einem zusammengesetzten Mikroskope besitzt und verweis't deßhalb auf die von Goring und Pritchard herausgegebene **Micrographia p. 67.**

Siebentes Capitel.

Von der Wahl und dem Ankauf eines Mikroskopes.

Nachdem wir nun im Vorhergehenden die verschiedenen Arten von Mikroskopen und Nebenapparaten kennen gelernt haben, wollen wir nun denjenigen unserer Leser, die sich ein Mikroskop anschaffen wollen, nachzuweisen suchen, wie sie sich bei der Auswahl derselben verhalten, an wen sie sich wenden und wie

sie sich dabei verhalten, um ein gutes und brauchbares Instrument zu erhalten.

Damit nun Jedermann sich ein Mikroskop nach seinen Wünschen und Bedürfnissen anschaffen könne, sollen hier die Grundsätze angegeben werden, welche bei der Wahl eines Mikroskopes leiten müssen; nach diesen folgt eine Beschreibung der bessern Mikroskope aus den verschiedenen optischen Werkstätten mit Angabe der Preise, so weit sich Gelegenheit darbot, sich davon zu unterrichten.

Die Hauptsache, auf die man bei der Wahl eines Mikroskopes vor Allem zu sehen hat, das erste und Haupterforderniß eines guten Instrumentes ist Klarheit und Schärfe des Bildes, dann vollkommener Achromatismus desselben; Erscheinungen, die hauptsächlich von der Güte der Linsen, vorzüglich der Objectivlinsen abhängen. Der in mikroskopischen Untersuchungen Geübte sieht gewöhnlich auf den ersten Blick, wie ein Instrument in dieser Hinsicht beschaffen ist; um indessen ganz genaue Resultate zu erhalten, muß man das zu prüfende Mikroskop mit einem anderen von bekannter Güte vergleichen, indem man beide an einem Orte aufstellt und dann durch beide denselben Gegenstand bei gleicher Vergrößerung und gleicher Beleuchtung betrachtet. Gegenstände, welche sich vorzüglich zur Prüfung der Schärfe und Klarheit eines Mikroskopes eignen, hat man Probeobjecte (test-objects) genannt und viele Optiker geben ihren Mikroskopen dergleichen bei, in Schiebern von Holz, zwischen zwei Glasplatten eingelegt. Zu Probeobjecten eignen sich vorzüglich sehr zarte und feine Gegenstände, deren Theile und Structur nur durch sehr gute Instrumente vollkommen deutlich erscheinen. Man gebraucht dazu von opaken Gegenständen sehr zarte Crystalle, Schuppen von Schmetterlingsflügeln, feine Abschnitte von Pflan-

zentheilen, namentlich von Holzarten; als transparente Gegenstände ebenfalls Schuppen von Schmetterlingsflügeln, feine Durchschnitte von Pflanzentheilen, Spermatozoen u. dergl. Gröbere Gegenstände, wie Haare, Federn können nur für sehr schwache Vergrößerungen als Objecte dienen.

Die Mikroskope, welche wir im Folgenden beschreiben werden, sind alle in Bezug auf Klarheit, Achromatismus und Schärfe des Bildes sehr brauchbar, und wenn sich auch in dieser Hinsicht keine Unterschiede zwischen ihnen finden sollten, so sind diese doch nicht so wesentlich, daß man dem einen oder dem andern Instrument einen entschiedenen Vorzug einräumen könnte. Wem daher bloß daran liegt, ein überhaupt brauchbares Instrument sich zu verschaffen, der kann sich ohne Bedenken an einen jener Optiker wenden: bei'm Ankaufe eines Mikroskopes von einem weniger bekannten Optiker ist dagegen anzurathen, daß man es vorher mit einem als gut bekannten Instrumente vergleiche.

Ein zweiter Hauptpunct ist die Vergrößerung eines Mikroskopes. An ein zu allen Untersuchungen brauchbares Instrument kann man die Anforderung stellen, daß es eine gewisse Stufenreihe von Vergrößerungen zulasse, schwächere für gröbere, und stärkere für zarte Gegenstände. Nothwendig sind für vollständige wissenschaftliche Untersuchungen eine Vergrößerung von 40 — 50 mal, eine von etwa 100 mal, eine von etwa 200, und eine von etwa 4 — 500 mal Durchmesser. Vergrößerungen, welche zwischen den genannten in der Mitte liegen, sind zwar bisweilen wünschenswerth, aber nicht nothwendig; stärkere Vergrößerungen über 500 mal Durchmesser wird man nicht oft anwenden und selten oder nie wirklich nöthig haben, denn mit der zunehmenden Vergrößerung nimmt die Klarheit ab und man sieht

bei einer Vergrößerung von 1000 mal Durchmesser, wenigstens bei der gegenwärtigen Beschaffenheit unserer Mikroskope, selten mehr als bei einer 400 maligen. Daher sind Vergrößerungen von 1000 oder gar 2000 mal strenggenommen ein bloßer Luxus. Ueberhaupt gilt hier der Grundsatz: Nicht das Mikroskop ist das beste, welches die stärkste Vergrößerung giebt, sondern dasjenige, mit welchem man einen Gegenstand bei der schwächsten Vergrößerung noch deutlich sieht.

Wünschenswerth ist es, daß bei den starken Vergrößerungen die Objectivlinsen nicht gar zu nahe an den Gegenstand zu stehen kommen; dies ist ein Nachtheil, den die meisten französischen Mikroskope haben und der zootomische oder botanische Dissectionen unter dem Mikroskope erschwert.

Auch die Größe des Gesichtsfeldes ist nicht unwichtig. Je größer dieses ist, einen um so größern Theil des Gegenstandes übersieht man zu gleicher Zeit und dieses ist bei Untersuchungen ein großer Vortheil. Es sollen im Folgenden vergleichende Messungen des Gesichtsfeldes einiger Mikroskope mitgetheilt werden.

Der Objecttisch und seine Einrichtung ist für Arbeiten unter dem Mikroskope sehr wichtig; je größer er ist, um so mehr kann er fassen, um so bequemer und sicherer kann man die Gegenstände unter dem Mikroskope handhaben. Er soll ferner sehr fest und stark sein, damit er bei'm Drucke darauf nicht nachgebe. Es ist deßhalb am besten, wenn er ganz unbeweglich ist, oder nur eine geringe Bewegung zuläßt; denn er gewinnt dadurch an Festigkeit. Vorzüglich für Dissectionen ist ein guteingerichteter Objecttisch ein nothwendiges Erforderniß: in dieser Hinsicht gewähren die großen Mikroskope von Oberhäuser die meisten Vortheile.

Die Bewegung, wodurch der Körper des Mikroskopes dem Object oder umgekehrt dieses jenem genähert wird, muß fein sein, damit der Gegenstand genau in den Focus gestellt werden könne. Es ist deßhalb wünschenswerth, daß außer der groben Bewegung, welche durch das Triebrad, oder durch bloßes Drehen des Körpers in seiner Hülse bewirkt wird, noch eine feinere Bewegung durch eine Mikrometerschraube möglich sei.

Die gewöhnliche Stellung des Mikroskopes, wenigstens bei den deutschen Instrumenten, ist die verticale. Sie reicht für die meisten Untersuchungen hin, selbst zum Nachzeichnen mikroskopischer Gegenstände. Doch gewährt für Letzteres das knieförmig gebrochene Ocular große Bequemlichkeit.

Die horizontale Stellung des Mikroskopes mit eingeschobenem Prisma, wobei die schiefe oder horizontale Stellung bei verticalem Objecttisch hat einige Vortheile bei gewissen Untersuchungen, die aber ohne Schaden entbehrt werden können. Der Objecttisch bleibt horizontal und ist zum Beobachten und namentlich zum Zeichnen sehr bequem; doch verliert man durch das Prisma etwas Licht, wird es daher bei den stärksten Vergrößerungen nicht anwenden.

Für den Chemiker ist die Stellung des Mikroskopes, wo der Objecttisch sich über den Linsen befindet, und der pyrochemische Apparat sehr vortheilhaft; doch lassen sich die meisten chemischen mikroskopischen Untersuchungen auch mit dem gewöhnlichen verticalen Mikroskop anstellen.

Beleuchtung. Für durchsichtige Objecte genügt ein Hohlspiegel: für opake braucht man eine Beleuchtungslinse und, wenn man sehr viel mit undurchsichtigen Gegenständen arbeitet, auch ein Lieberkühn'sches Spiegelchen. Eine bewegliche Blen=

dung unter dem Objecttische sollte jedes Instrument haben.

Vom Zubehör war schon früher ausführlich die Rede, so daß jeder Beobachter nach Natur und Verschiedenheit seiner Untersuchungen wird entscheiden können, was er davon nöthig hat und was er allenfalls entbehren kann.

Die Mikroskope, welche gegenwärtig vorzüglich zu wissenschaftlichen Untersuchungen gebraucht werden und sich eines verdienten Beifalles erfreuen, sind folgende.

Da von der Wahl eines guten Mikroskopes so viel abhängt, so hoffen wir durch die folgenden Darstellungen manchem Leser einen Dienst zu erweisen. Die Angaben sind alle zuverlässig: Hr. Vogel kennt alle beschriebenen Mikroskope, mit Ausnahme der Instrumente von Pistor, Hirschmann und Pritchard, aus eigener Anschauung und hat mehre derselben durch mehrjährigen Gebrauch erprobt. Auf subtile Vergleichungen der Güte, Klarheit und Schärfe dieser verschiedenen Instrumente wollte Hr. Vogel hier absichtlich sich nicht einlassen; Urtheile der Art werden gar zu leicht einseitig und partheiisch: Hr. Vogel glaubt aber mit gutem Gewissen versichern zu können, daß alle die im Folgenden beschriebenen Instrumente, welche Genannter zu prüfen Gelegenheit hatte, vollkommen brauchbar sind, und daß keines von ihnen unbedingt den Vorzug vor den anderen verdient. Wo es auf Vergleichungen ankam, sind genaue Messungen in Zahlen beigefügt, bei welchen kein Irrthum Statt finden kann. Noch muß bemerkt werden, daß die Preise nicht immer ganz feststehen, man darf sich also nicht wundern, wenn man bei Bestellungen die Preise um eine Kleinigkeit höher oder niedriger notirt finden sollte, als sie hier angegeben sind. — Um Wiederholungen zu vermeiden,

wurden auch die Gegenstände, welche erst später beschrieben werden, einfache Mikroskope, Lupen, Glas- und Sonnenmikroskope hier mit aufgeführt.

1) Mikroskope von Schiek in Berlin.

Die Mikroskope von Schiek sind verticale Instrumente: ihre verschiedenen Arten unterscheiden sich nur in der Größe und der Menge des Zubehöres von einander; sie gleichen in ihrer Form und Einrichtung alle der in Fig. 95 gegebenen Abbildung.

Schiek giebt seinen Mikroskopen 6 achromatische Objectivlinsen bei, welche in verschiedenen Combinationen gebraucht werden können (die schwächste Linse ist mit Nr. 1 bezeichnet, die stärkste mit Nr. 6), ferner 3—4 gewöhnliche und ein aplanatisches Ocular trägt Nr. 0, das schwächste einfache Ocular Nr. 1 u. s. f.), Beleuchtungslinse, verschiedenen Zubehör an Gläsern u. dergl.

Die verschiedenen Arten der Schiek'schen Instrumente und ihre Preise sind folgende (die Preise sind in Preuß. Courant, die Emballage wird extra berechnet):

1) Größte Mikroskope, mit 6 aplanatischen Objectivlinsen, 1 aplanatischen Ocular, 5 einfachen Ocularen, 1 sphärischen Glasprisma (Prisma von Selligue) zur Lichtverstärkung, 1 großen Lichtverstärkungslinse auf einem Gestelle, 1 Schraubenmikrometer, 1 beweglichen Objecttisch, 1 Schiek'schen Compressorium, 1 Sömmering'schen Spiegelchen zum Zeichnen, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten-Nadelapparat, 1 gewöhnlichen Handpincette, 4 Schiebern mit Probeobjecten, 6 langen, 6 runden Objectgläsern (Bedeckungsplättchen), 1 Lupe: Alles zusammen in einem sauber gearbeiteten, sehr hübsch eingerichteten Mahagonikästchen.

Die Vergrößerung geht von 18 bis 2500 mal Durchmesser, Pr. Cour. Thlr. 220.

2) Dieselbe Größe mit weniger Zubehör: enthält 6 aplanatische Objectivlinsen, 5 einfache Oculare, 1 Schraubenmikrometer, 1 beweglichen Objecttisch, 1 Beleuchtungslinse für opake Objecte, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten-Nadelapparat, 1 Handpincette, 4 Schieber mit Probeobjecten, 6 runde, 6 lange Objectgläser, 1 Lupe, Alles in hübschem Mahagonikasten.

Vergrößerungen 25 bis 2500 Mal Durchmesser. Pr. Cour. Thlr. 180.

3) Mikroskope mittlerer Größe enthalten aplanatische Objectivlinsen, 3 einfache Oculare, 1 Beleuchtungslinse, 1 beweglichen Objecttisch, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten-Nadelapparat, 1 Handpincette, 4 Schieber mit Probeobjecten, 6 lange, 6 runde Objectgläser, Alles in hübschem Mahagonikasten.

Vergrößerung 25 bis 800 Mal Durchmesser. Pr. Cour. Thlr. 110.

4) Kleinere Mikroskope (12 Zoll hoch) enthalten 6 aplanatische Objectivlinsen, 3 einfache Oculare (zwei davon mit Fadenkreuzen auf der Blendung), 1 aplanatisches Ocular, 1 Beleuchtungslinse, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten-Nadelapparat, 1 Handpincette, 1 Objecthalter, 1 Lupe, 4 Schieber mit Probeobjecten, 5 lange, mehre runde Objectgläser, mehre dünne Bedeckungsgläser, 1 zwei Linien dicke Platte von weißem Glase, 20''' lang, 16''' breit für größere Gegenstände, 1 Platte von schwarzem Glase für undurchsichtige Gegenstände, 1 zweites Exemplar der stärksten Objectivlinse (Nr. 6), die am leichtesten beschädigt wird, 1 Schiek'sches Compressorium; in hübschen Mahagonikasten.

Vergrößerung 17 bis 700 Mal Durchmesser. Cr. Cour. Thl. 90.

5) Dieselbe Größe mit weniger Zubehör. Hier fehlt das aplanatische Ocular, das Compressorium, das zweite Exemplar der Objectivlinse Nr. 6, die schwarze Glasplatte, die größere Platte von weißem Glase und die Blendungsplättchen. Alles Uebrige ist dasselbe wie bei 4.

Vergrößerung 25 bis 700 Mal Dchm. Pr. Ct. Thl. 70.
Ein Schraubenmikrometer einzeln = = Thl. 30.
Ein aplanatisches Ocular einzeln = = = =
Ein Schiek'sches Compressorium = = = =
Achromatische Lupen in Elfenbein gefaßt . . . . . = à Thl. 4.

Folgende Angaben der Größe des Gesichtsfeldes und der Vergrößerung bei der kleinsten Art der Schiek'schen Mikroskope (Nr. 4 u. 5) können dem Leser als Anhaltepuncte der Vergleichung mit Instrumenten aus andern Werkstätten dienen.

Der Kasten ist 1′ 6‴ Par. lang, 6″ breit, 2″ 10‴ hoch.

Vergrößerung und Gesichtsfeld.

Linse Nr. 1 mit dem aplanatischen Ocular . . . . . 17 Mal Dchm.
do. mit Ocular Nr. 1 . . 25 = =
Linse 1 + 2 mit dem aplanat. Ocular 44 = =
mit Ocular Nr. 1 . 58 = =
Linse 1 + 2 + 3 mit dem aplanat. Ocular . . . . . 67 = =
mit Ocular Nr. 1 . 90 = =
Dchm. des Gesichtsfeldes 0,76‴ Par.
Linse 2 + 3 + 5 mit dem aplanat. Ocular Vergr. . . . 96 = =
mit Ocular Nr. 1 . 125 = =
Linse 3 + 4 + 5 mit dem aplanat. Ocular . . . . . 115 = =
mit Ocular Nr. 1 . 148 = =

Linse 4 + 5 + 6 mit dem aplanat.

Ocular	170 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes.	0,29''' Par.
mit Ocular Nr. 1. Vergrößer.	220 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes.	0,29''' Par.
mit Ocular Nr. 2. Vergrößer.	410 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes.	0,18''' Par.
mit Ocular Nr. 3. Vergrößer.	700 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes.	0,13''' Par.

Die Vergrößerung ist bei einer Sehweite von 8 Par. Zollen bestimmt. Die obigen Zahlen, welche den Durchmesser des Gesichtsfeldes und die Vergrößerung bei Anwendung der verschiedenen Objectivlinsen und Ocularausdücken geben, gelten strenge genommen nur von einem Schiek'schen Mikroskope; doch sind sie für alle kleinen Schiek'schen Instrumente mit geringen Abweichungen dieselben.

Die Probeobjecte, welche Schiek seinen Mikroskopen beigiebt, sind folgende: 1. Feder vom Kolibri, 2. Floh, 3. Flügel von einer Mücke, 4. Flügel von einer Stubenfliege, 5. ein feiner Durchschnitt von Fliederholz, 6. ein dergl. von Rosenholz, 7. ein dergl. von Berberitzenholz, 8. ein dergl. von Akazienholz, 9. Hamsterhaare, 10. Mäusehaare, 11. Maulwurfshaare, 12. Fledermaushaare, 13 — 16. Schuppen von verschiedenen Schmetterlingen.

Der optische Theil der Schiek'schen Mikroskope, Objectivlinsen und Oculare ist sehr gut, die Messingarbeit vorzüglich schön und solid.

2. Mikroskope von Pistor in Berlin.

Die Instrumente von Pistor in Berlin, die Hr. Vogel nicht aus eigener Anschauung kennt, gleichen in ihrer Form und Einrichtung fast ganz den Schiek'schen: auch ihr Preis ist ungefähr derselbe.

Sie sollen, wie jene, zu jeder Art mikroskopischer Untersuchung vollkommen brauchbar sein.

3. Mikroskope von Hirschmann sen. in Berlin.

Diese Mikroskope sind Hrn. Vogel gleichfalls nicht aus eigener Anschauung bekannt; er erlaubt sich daher über ihre Güte und Brauchbarkeit kein Urtheil, und begnügt sich, die Preise derselben, wie sie Moser (Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes, Berlin 1839, S. 25) angiebt, hier anzuführen.

1. Großes zusammengesetztes Mikroskop, mit 6 aplanatischen Objectivlinsen und 5 Ocularen.

Vergrößerung 20 bis 1500 Mal Durchmesser . .	Pr.	Ct.	Thlr.	120.
2. Zusammengesetztes Mikroskop mit 6 aplanatischen Objectivlinsen und zwei Ocularen. Vergrößerung 20 bis 500 Mal Durchmesser.	=	=	=	60.
3. Zusammengesetztes und einfaches Reise- oder Taschenmikroskop mit 4 aplanatischen Linsen. Vergrößerung 10 bis 200 Mal Durchmesser . .	=	=	=	35.
Einfaches Mikroskop mit 4 Linsen, Vergrößerung 10 bis 50 Mal Durchmesser .	=	=	=	18.
Sonnenmikroskop mit 4 achromatischen Objectivlinsen	=	=	=	60.
Ein Schraubenmikrometer, die Objecte bis auf $\frac{1}{10000}$ Par. Zoll zu messen	=	=	=	30.

Ein beweglicher Objecttisch	Pr.	Ct.	Thlr.	10.
Ein Glasmikrometer, die Paris. Linie in 100 Theile getheilt . . .	=	=	=	3.
Ein desgl. die Paris. Linie in 200 Theile getheilt.	=	=	=	4.
Mikrometischer Quetscher nach Purkinje .	=	=	=	6.
Derselbe nach Schiek .	=	=	=	5.
Sömmering'sches Spiegelchen zum Zeichnen	=	=	=	6.

4) Mikroskope von Merz in München.

Merz verfertigt mehre Arten von Mikroskopen, von denen vorzüglich das zusammengesetzte prismatische Mikroskop hier etwas genauer beschrieben werden soll.

Ein auf 3 Füßen ruhendes Gestell trägt eine senkrechte Metallsäule, an welcher der Körper des Mikroskopes beweglich befestigt ist. Die Röhre des Körpers besteht aus zwei Theilen; schraubt man beide Theile aufeinander, so daß sie ein Rohr bilden, so hat man ein gewöhnliches verticales Instrument: wird der obere Theil weggelassen und das Ocular an das obere Ende des untern Theiles geschraubt, so erhält man ein kürzeres Rohr mit etwas schwächerer Vergrößerung. Dem Mikroskop ist ein Stück mit einem Glasprisma beigegeben; wird dieses auf das untere Rohr aufgesetzt und das obere Rohr mit dem Ocular horizontal an jenes Stück mit dem Prisma angeschraubt, so erhält man ein horizontales Mikroskop mit horizontalem Objecttisch. Der Objecttisch besteht aus zwei durchbohrten Platten, welche durch Federn gegen einander angedrückt werden und durch einen

Hebel von einander entfernt werden können; er ist an das Gestell befestigt; eine Mikrometerschraube ertheilt ihm eine sehr feine Bewegung gegen den Körper des Mikroskopes. Unter dem Objecttisch befindet sich eine Blendung, welche aber nicht horizontal, sondern vertical beweglich ist; durch Annäherung oder Entfernung derselben vom Spiegel wird die Beleuchtung vermindert oder verstärkt; der Spiegel ist doppelt, auf der einen Seite ein Hohlspiegel, auf der andern ein Planspiegel.

Diesem Mikroskop werden beigegeben: 1 Beleuchtungslinse, 1 Pincettennadelapparat, aplanatische Objectivlinsen, die auf verschiedene Weise mit einander combinirt werden können, 3 gewöhnliche Oculare und 1 Ocular, welches einen *Sömmering*'schen Spiegel zum Nachzeichnen trägt. Das Ganze befindet sich in einem polirten Kasten.

Vergrößerung von 12 bis 1000 Mal Durchmesser.
Der Preis dieses Instrumentes ist im 24 Fl. Fuß. Fl. 330 —

Die Preise der übrigen Instrumente sind:

1) *Großes zusammengesetztes Mikroskop* (größer als das vorige) mit Schraubenmikrometer, um die Durchmesser der Objecte bis auf $\frac{1}{100000}$ P. Zoll messen zu können, Beleuchtungsapparat, 6 aplanatischen Objectivlinsen, einem doppelten und einem einfachen Ocular und sonstigem Zubehör.
Vergrößerung 19 bis 380 Mal Dchm. Fl. 572. —

2. *Kleinere Mikroskope* mit Zubehör:

a. mit 4 aplanatischen Objectiven und 2 Ocularen.
Vergrößerung 20 bis 225 Mal Dchm. „ 136. —

b. mit 3 aplanatischen Objectiven und einem Ocular. Vergrößerung 20 bis 115 Mal Durchmesser . . . „ 66. —

Um die Vergrößerung bei 1. und 2 **a** und **b** noch verstärken zu können, werden auf Verlangen noch mehr Oculare beigegeben, von denen jedes 11 Fl. kostet.

Zusammengesetzte Lupen, Vergrößerung 5 bis 17 Mal Durchm .	à Fl. 5.—
Einfache Lupen 1 Fl. 48 Kr.—	2 Fl. 30 Kr.
Mikrometer, die pariser Linie in 100 oder 200 Theile getheilt, je nach der Feinheit der Theilung und Vollkommenheit der Ausführung . .	Fl. 5 bis 12—

Die Merz'schen Instrumente sind ganz gut und brauchbar.

Eine genauere Beschreibung des zusammengesetzten prismatischen Mikroskopes mit einer Abbildung desselben findet man in folgenden Schriftchen:

J. Döllinger, Nachricht von einem verbesserten aplanatischen Mikroskop ꝛc. München 1829.

5) Mikroskope von Plössl in Wien.

Die Mikroskope von Plössl sind vertical und gleichen in ihrer Form und Einrichtung denen von Schiek. Sie sind weiter oben im 2. Capitel des 1. Abschnittes mit Hülfe von Fig. 70 näher beschrieben. Plössl verfertigt mehre Arten von verschiedener Größe, mit mehr oder weniger Zubehör. Die größte und vollständigste Art hat folgende Einrichtung.

Das Gestelle wird, wie bei den Schiek'schen, von 3 Füßen getragen, die sich zusammenschlagen lassen; an den Enden der Füße sind Schrauben angebracht, um das Instrument genau horizontal stellen zu können. Das Gestelle ist in der Mitte gebrochen, so daß man den Körper des Mikroskopes und den Objecttisch nicht nur vertical, sondern auch schief oder horizontal stellen kann. Der Objecttisch ist unbeweg=

lich an das Gestell befestigt; er besteht aus zwei Platten, die durch Federn gegeneinander angedrückt werden, und hat keine Blendung. Der Körper des Mikroskopes wird durch ein Triebrad auf und ab bewegt, hat also nur eine grobe Bewegung. Die obere Platte des Objecttisches ist horizontal nach zwei Richtungen beweglich, bildet also einen beweglichen Objectträger.

Das Mikroskop hat 6 aplanatische Objectivlinsen, welche in verschiedenen Combinationen mit einander verbunden verden können; es hat 3 gewöhnliche und ein aplanatisches Ocular. Die Vergrößerung steigt von 20 bis 1500 Mal Durchmesser. Dem Mikroskop ist ferner beigegeben: ein Schraubenmikrometer, der Messungen bis zu $\frac{1}{100000}$ W. Zoll erlaubt, 2 Glasmikrometer, in $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{60}$ wiener Linie getheilt, ein Prisma von Selligue, eine große Beleuchtungslinse auf einem eigenen Fuß, eine Thierbüchse, Pincettennadelapparat, 1 Handpincette, eine Lupe und mehre andere Kleinigkeiten.

Preise der Plössl'schen Mikroskope im 20 Fl. Fuß (5 Cfl. = 6 Fl. 24 Fl. Fuß).

Ein großes Mikroskop, wie oben beschrieben, mit Schraubenmikrometer.	Cfl.	322 —
Dasselbe ohne den Schraubenmikrometer	„	232 —
Ein Sömmering'sches Spiegelchen zum Zeichnen . . .	„	6 —
Ein knieförmig gebogenes Ocular, um das verticale Mikroskop in ein horizontales mit horizontal stehendem Objecttisch zu verwandeln	„	„ —
Lieberkühn'sches Spiegelchen.		
Electrochemischer Apparat.		

Ein Sonnenmikroskop mit vollständigem Zubehör . . . . Cfl. 100 —
Kleine zusammengesetzte dioptrische Mikroskope nach demselben Typus wie das große, aber mit weniger Zubehör . . . . Cfl. 40 bis 90 —
Ein kleines botanisches Mikroskop mit Lieberkühn'schen Spiegeln und anderem kleinen Zubehör . Cfl. 5 bis 12 —

Diese Linsen und der optische Theil der Plößl'schen Mikroskope überhaupt sind von vorzüglicher Güte.

6) Mikroskope von Oberhäuser in Paris.

1. Größere Mikroskope, die wir in Fig. 73 abgebildet haben. Auf Verlangen wird der Dujardin'sche Beleuchtungsapparat Fig. 120 beigegeben.

Mittlere Mikroskope mit ganz gleicher Einrichtung, aber von etwas kleinerem Durchmesser. Bei den einfachsten Mikroskopen dieser Art ist der Objecttisch schmal und ohne Blendung. Auf Verlangen wird das Mikroskop ausgebogen, wodurch der Objecttisch breiter wird, und unter demselben wird eine bewegliche Blentung angebracht (**Microscope coudé avec diaphragme mobile**).

Der optische Theil ist bei beiden Arten von Mikroskopen ganz gleich; er besteht aus mehren Linsen und Linsensystemen (von denen die stärkeren nicht auseinandergeschraubt werden dürfen), die von Nr. 1 bis Nr. 9 steigen, und aus mehren Ocularen (von Nr. 1 bis Nr. 6) mit verschiedenem Zubehör an Glasplatten, Bedeckungsgläsern, Messerchen, Nadeln, in einen Griff von Holz gefaßt, einer Beleuchtungslinse, Mikrometern u. s. w.

Preise der Oberhäuser'schen Mikroskope in Franken (sie sind nicht ganz bestimmt, sondern

schwanken einigermaßen nach Einrichtung, Zubehör und Güte der Instrumente):

Großes Mikroskop mit zwei Linsensystemen, zwei Ocularen, verschiedenem Zubehör an Objectgläsern, Messerchen, Nadeln, ꝛc. zum Präpariren

ohne Dujardin'schen Beleuchtungsapparat	cª Fs.	250
mit demselben	cª "	350
Mittleres Mikroskop mit derselben Einrichtung und denselben Vergrößerungen ohne Dujardin'schen Apparat	cª "	200
mit demselben	cª "	300
Kleines Mikroskop ohne Blendung und mit kleinem Objecttisch, mit denselben Vergrößerungen, Beleuchtungslinse, verschiedenem Zubehör an Nadeln, Messern ꝛc. in elegantem Kästchen von Acajou	cª "	120
Kleines Mikroskop mit derselben Vergrößerung und Einrichtung, aber mit Blendung und größerem Objecttisch (**Petit microscope coudé à diaphragme mobile**)	cª "	135

Wünscht man stärkere Vergrößerungen, oder eine größere Auswahl derselben, so kann man sich mehr Linsensysteme und Oculare beigeben lassen. Diese kosten einzeln:

Linsensysteme Nr. 1	Fs.	18
" " 2 bis 4, jedes . .	"	20
" " 5	"	21
" " 6	"	22
" " 7 und 8, jedes . .	"	30
" " 9	"	35
Ein eigenes Linsensystem für opake Gegenstände	"	10

Ein beweglicher Objecttisch . Fs. 25
Ein Spitzenmikrometer (tuyau à rappel) . . . . = 25
Ein Glasmikrometer im Ocular (tuyau micrométrique) . . . . = 25
Ein Glasmikrometer in Messing gefaßt.

Als Anhaltspuncte für Vergleichungen dieser Instrumente mit andern fügt Prof. Vogel Größe des Gesichtsfeldes und Vergrößerungen eines kleinen Oberhäuser'schen Mikroskopes, welches er besitzt, hier bei. Sie dienen eben so für die größeren Instrument dieses Optikers, da bei diesen der optische Theil ganz derselbe ist.

Der Kasten des Mikroskopes hat eine Länge von $9\frac{1}{2}$ Zoll, ist $4\frac{3}{4}$ Zoll breit und $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch.

Vergrößerungen und Gesichtsfeld.

1. Linsensystem Nr. 4 mit Ocular Nr. 2.
Vergrößerung . . . 38 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes . $1\frac{1}{6}$''' Par.

Durch Abschrauben der untersten Linse des Linsensystems kann man eine noch schwächere Vergrößerung erhalten.

2. Linsensystem Nr. 7:
a. ohne die unterste Linse mit Ocular Nr. 2.
Vergrößerung . . . 120 Mal Dchm.
b. alle drei Linsen.
mit Ocular Nr. 2. Vergrößerung 160 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes . 0,26''' P.
mit Ocular Nr. 5. Vergrößerung 330 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes . 0,23''' P.

3. Linsensystem Nr. 9:
mit Ocular Nr. 5. Vergrößerung 600 Mal Dchm.
Durchmesser des Gesichtsfeldes . 0,15''' P.

Man sieht sogleich, daß man durch Combination der 3 Linsensysteme mit den 2 Ocularen noch mehre Zwischenvergrößerungen erhalten kann, die hier weggelassen sind. Diese Vergrößerungen sind bei 8 Par. Zoll Schweite bestimmt, was deßhalb bemerkt worden ist, weil Oberhäuser mit anderen französischen Optikern eine Sehweite von 10 Zoll annimmt, wodurch die von ihm angegebenen Vergrößerungen natürlich etwas bedeutender ausfallen. Die Objectivlinsen der Oberhäuser'schen Mikroskope sind übrigens viel stärker als die der deutschen Optiker und seine Oculare verhältnißmäßig schwächer; man kann daher bei seinen Mikroskopen durch starke Oculare leicht Vergrößerungen von 1000 — 3000 Mal Dchm. erhalten, freilich ohne daß man dabei etwas gewinnt.

Die Oberhäuser'schen Mikroskope sind sehr gut und brauchbar: die größeren eignen sich wegen der sehr bequemen Einrichtung des Objecttisches vorzüglich für Zootomen, lassen sich aber wegen ihrer Schwere nicht gut transportiren. Die kleineren dagegen sind wegen ihrer geringen Größe und Compendiösität vorzüglich Reisenden zu empfehlen; sie verdienen in dieser Hinsicht vor allen Instrumenten, die man kennt, der Vorzug, während sie an Güte des optischen Theiles keinem Mikroskope nachstehen.

7. Mikroskop von Lerebours in Paris.

Leerbours verfertigt mehre Arten von Mikroskopen, von denen die größeren, wiewohl brauchbar, sich keiner großen Verbreitung erfreuen. Die kleineren dagegen wurden wegen ihrer großen Billigkeit von verschiedenen Seiten empfohlen. Ueber diese wollen wir daher hier einige kurze Angaben mittheilen.

Lerebours's kleine Mikroskope gleichen in ihrer Form und Einrichtung fast ganz den kleinen Mikroskopen von Oberhäuser, sind aber noch einfacher,

als diese; ihr Objecttisch ist noch kleiner, und es fehlt bei ihnen die feine Bewegung des letzteren. Sie haben eine Blendung, 2 Oculare und 3 Objectivlinsen, durch deren verschiedene Combinationen man Vergrößerungen bis zu 3 oder 400 Mal Durchmesser erhalten kann. Der Preis dieser Instrumente ist 80 bis 90 Fs. Sie sind zwar zur Noth zu wissenschaftlichen Untersuchungen brauchbar, stehen aber den kleineren Mikroskopen von Oberhäuser an Güte weit nach, wie sich Hr. Vogel bei einer Vergleichung beider Arten von Instrumenten überzeugt hat.

Wer sich genauer über die Einrichtung dieser Instrumente zu belehren wünscht, findet eine Beschreibung derselben in dem von Lerebours herausgegebenen Schriftchen: **Description d'un microscope achromatique simplifié par N. P. Lereebours Paris chez Bachelier, Quai des Augustins Nr.** 55, 1839.

Man bekommt außerdem bei Lerebours noch sehr billige Glasmikrometer (für einige Franken) zwar nur auf Fensterglas getheilt, aber richtig, und als Grundlage zur Bestimmung der Geltung eines Mikrometers im Ocular ꝛc. vollkommen brauchbar; sie sind in Theile eines Millimeters getheilt.

Ebendaselbst kauft man durchbohrte Spiegelchen zum Zeichnen mit Planspiegel und Gestell für verticale Mikroskope eingerichtet um etwa 20 Fs.

8. Mikroskope von Chevalier in Paris.

Chevalier verfertigt auf Bestellung alle Arten von Mikroskopen mit jeder Einrichtung, die man verlangt, sehr gut und brauchbar. Er liefert indessen einige Arten Mikroskope, welche für jeden Zweig der mikroskopischen Untersuchung gleich brauchbar und deßhalb vorzüglich zu empfehlen sind. Diese sollen hier etwas genauer beschrieben werden:

1. Das große Universalmikroskop (**grand microscope universel**) in Fig. 79 abgebildet.

Man kann diesem Instrument auch eine solche Stellung geben, daß man durchsichtige Gegenstände ohne Beleuchtungsspiegel bei einem nicht reflectirten Tages- oder Lampenlichte betrachten kann. Zu diesem Zwecke giebt man ihm eine horizontale Lage mit verticalem Objecttisch. Man stellt das Mikroskop erst vertical und dreht dann das ganze Instrument an dem Charnier um einen Viertelkreisbogen.

2. Kleineres Universalmikroskop. Da das beschriebene große Universalmikroskop wegen seiner sehr complicirten Einrichtung sehr theuer ist, so verfertigt Chevalier auch kleinere Universalmikroskope mit einfacherer Einrichtung, die dieselben verschiedenen Stellungen zulassen.

Die Vergrößerungen dieser Instrumente steigen bis zu ungefähr 1000 Mal Durchmesser; ihr optischer Theil ist gut, die Messingarbeit, namentlich bei den größeren, sehr elegant. Der Preis der kleinern Universalmikroskope beträgt etwa 300 Fs., der der großen, je nach der Complication der Einrichtung und Menge des Zubehörs, 800 bis 1000 Fs.

Bei Chevalier kann man überdies fast allen mikroskopischen Zubehör besonders haben; Sonnenmikroskope, einfache Mikroskope mit Gestell, mit einfachen und doppelten Linsen (doublets), den Polarisationsapparat, den eectoichemischen Apparat, das aufrichtende Prisma, das bewegliche Objectiv, die **chambre claire** (durchbohrtes Spiegelchen) zum Nachzeichnen mikroskopischer Objecte, Glasmikrometer, Goniometer, das Schiek'sche Compressorium, bewegliche Objecttische und andere dergleichen Gegenstände.

Eine genauere Beschreibung dieser Mikroskope mit Abbildungen derselben findet man in der sehr werthvollen Schrift von Chevalier: **Des microscopes et de leur usage par Charles Chevalier. Paris chez Crachard, Place de l'Ecole de médecine, 1839** mit 5 großen, sehr schön ausgeführten Kupfertafeln.

9. Mikroskope von Pritchard in London.

Die zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope von Pritchard, nach **Dr.** Goring's Angabe verfertigt und deßhalb „**Goring's operative aplanatic Engiscopes**" genannt, haben eine große Menge Zubehör: mehre Objectivlinsen und Oculare, aufrichtendes Prisma, Beleuchtungslinsen, Lieberkühn'sche Spiegelchen, den einfachen Stiefel (Fig. 97), den Stiefel mit seitlicher Oeffnung (Fig. 97[a]), ein Glasprisma mit parallelen Flächen zum Zeichnen (Fig. 24), Thierbüchsen für Wasserthiere (**aquatic liveboxes**), die Büchse mit schwarzem Grund (**black ground-box**), Pincettennadelapparat, feine Messerchen, Scheerchen u. dergl.

Preise von Pritchard's Mikroskopen (die Preise sind in Pfund und Schilling Sterling: das Preisverzeichniß ist schon vom Jahre 1833; man kann nicht dafür stehen, ob gegenwärtig die Preise noch dieselben sind):

Goring's **operative aplanatic Engiscope** . . . . . . Pf.. 30 St.

Einfache Mikroskope mit einem Gestell auf 3 Füßen, fünf aplanatischen Linsensystemen, einer Edelsteinlinse und zwei Linsen im Lieberkühn'schen Spiegelchen für opake Objecte

(**Pritchard's Jewel aud Doublet Microscope**) . . . Pf.St. 10 10 sh.
Dasselbe mit einfacherem Gestelle, statt der Edelsteinlinse eine Glaslinse — 8 8 —
Bewegliche Objecttische . . — 1 1 —
Achromatische zusammengesetzte Mikroskope, dem einfachen Mikroskop angepaßt von . . . . — 5 bis 15
Taschenmikroskop mit 4 Linsen, die 7 Vergrößerungen geben, nebst Zubehör . . . . — 22 sh
Eine Auswahl Thierbüchsen für Wasserinsecten . . . . — 14 —
Dieselbe mit Mikrometern . . — 22 —

Einfache und doppelte Linsen.

Eine doppelte Linse (Doublet) mit 100maliger Vergrößer. im Dchm. Pf. St. 1 — sh.
Eine einfache Linse, Vergr. 100 Mal Dchm. . . . . . — 10 —
Dieselbe mit Lieberkühn'schem Spiegelchen . . . . . . — 18 —
Ein Dublet Vergr. 200 Mal Dchm. — 10 —
Einfache Linse = 200 = = — 14 —
Dieselbe mit Lieberkühn'schem Spiegelchen . . . . . — 1 2 —
Ein Dublet, Vergr. 300 Mal Dchm. — 1 15 —
Einfache Linse Vergr. 300 Mal Durchmesser . . . . . — — 16 —
Dieselbe mit Lieberkühn'schem Spiegelchen . . . . . . — 1 4 —
Ein Dublet, Vergr. 400 M. Dchm. — 2 — —
Eine einfache Linse, Vergrößerung 400 Mal Durchm. . . . . — — 18 —
Ein Dublet, Vergr. 500 M. Dchm. — 2 10 —
Eine einfache Linse 500 M. Dchm. — 1 4 —

Ein Dublet, Vergr. 600 Mal Durchmesser	Pf. 3 — St. —
Eine einfache Linse, Vergr. 600 Mal Durchm.	— 1 10 —
Ein Dublet, Vergr. 800 Mal Durchmesser	— 3 3 —
Eine einfache Linse, Vergr. 800 Mal Durchm.	— 1 15 —

Pritchard's Mikroskope kennen wir nicht aus eigener Anschauung, sie sollen aber sehr gut sein.

Genauere Beschreibungen derselben mit Abbildungen findet man in folgenden Schriftchen:

Von Goring's operative aplanatic Engiscope in „Microscopic illustrations ꝛc. bei E. R. Goring, M. D. and Andrew Pritchard. London, Whittaker, Treacher and Arnot, Ave-Maria-Lane 1833." — Vom einfachen Mikroskop und Taschenmikroskop in: „Microscopic Cabinet by Andrew Pritchard. London 1832.

10. Mikroskope von Amici in Modena.

Amici, dieser berühmte Meister, der sich um die Vervollkommnung der Mikroskope so große Verdienste erworben hat, verfertigt Mikroskope, die sich seit langer Zeit eines großen Rufes und einer gewissen Berühmtheit erfreuen. Die bekanntesten darunter sind die horizontalen Mikroskope. Sie gleichen in ihrer äußeren Einrichtung dem Universalmikroskop von Chevalier in horizontaler Stellung (Fig. 79), aber der Körper ist unbeweglich mit dem Gestelle verbunden, und das Prisma kann nicht weggenommen werden; sie lassen also keine andere Stellung als die horizontale zu. Diese Mikroskope sind sehr gut, aber auch sehr theuer; sie waren früher sehr gesucht, sind aber jetzt wegen ihres hohen Preises durch die billigeren Instrumente aus den früher genannten Fabri-

ken, die ihnen an Güte wenig oder nicht nachstehen, wenn nicht verdrängt, doch wenigstens entbehrlich gemacht werden.

Der Leser, der ein Mikroskop zu kaufen wünscht, mag sich nun unter den beschriebenen dasjenige auswählen, welches für die Art der Untersuchungen, wie er sie anzustellen gedenkt, am besten paßt. Hat er Gelegenheit, dies in der Fabrik des Optikers zu thun, so ist dies natürlich vorzuziehen; aber man bekommt nur selten Mikroskope fertig. Die meisten müssen vorher bestellt werden, und in diesem Falle thut er wohl, wenn er ganz genau angiebt, wie er sein Instrument eingerichtet wünscht und was er an verschiedenem Zubehör beigefügt haben will.

Wer sehr verschiedenartige Untersuchungen anstellt, wird sich manchmal genöthigt sehen, von der einen Seite diese, von einer andern jene Theile des Zubehörs sich zu verschaffen und sein Instrument aus verschiedenen Werkstätten zu completiren, denn nur wenig Optiker sind darauf eingerichtet, alle verschiedenen mikroskopischen Desiderate selbst zu fertigen.

Zweiter Abschnitt.

Von dem Gebrauche des Mikroskopes.

Erstes Capitel.

Allgemeine Anweisungen.

Nachdem wir nun in dem ersten Abschnitte die wichtigsten bis jetzt bekannten Mikroskope, nebst allen ihren Nebenapparaten, kennen gelernt haben, wollen wir nun in das Nähere ihres Gebrauches eingehen. Wir haben dabei hauptsächlich die zusammengesetzten Instrumente im Auge, da deren Gebrauch am schwierigsten ist.

Stellung des Mikroskopes.

Wenn das Tageslicht als Beleuchtungsmittel angewendet wird, so muß man das Mikroskop auf einem festen Tisch in die Nähe eines Fensters stellen, welches zu der Zeit, wenn man beobachten will, nicht den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Eine weiße, der Sonne gerade entgegenstehende Wolke ist der Punct, von welchem das stärkste Licht gegeben

wird, wogegen von einer dunkeln Wolke oder von dem blauen Himmel das schwächste Licht erfolgt. Wird das Instrument des Abends gebraucht, so ist es gleichgültig, wohin der Tisch gestellt wird; allein man muß alsdann ein Beleuchtungsmittel wählen. Wir sehen im vorigen Abschnitte, daß dies gewöhnlich eine hellbrennende Lampe, seltener ein Wachslicht sei. Wo man eine Gasflamme mit einem Cylinder zur Hand hat, da ist diese auch zu gebrauchen. Nachdem das ganze Instrument und hauptsächlich alle seine optischen Theile, gehörig regulirt worden sind, wird es auf den Tisch gestellt, wird an dem einen Ende ein Ocularstück eingeschoben, und an dem andern Ende ein Objectivglas angeschraubt, worauf man den Mikroskopkörper diejenige Neigung giebt, daß das obere Ende des Oculares dem Auge des Beobachters, mag er sitzen oder stehen, gerade entgegen ist.

Regulirung des Lichtes.

Soll ein durchsichtiges Object bei Tageslicht untersucht werden, so muß man das Licht durch ein Fenster nehmen, welches möglichst frei von Stäben ist. Abends muß einer von den vorhin erwähnten Erleuchtern in eine mäßige Entfernung von dem Spiegel gestellt werden, und diesen letzteren muß man so lange drehen, bis daß das von seiner Oberfläche reflectirte Licht durch die Oeffnung des Statives, und in der Richtung der Achse des Instrumentes, auf das Ende des Objectivglases fällt. Wenn man nun durch das Ocular sieht und den Spiegel in der einen oder andern Richtung etwas dreht, so erhält man das stärkste Licht. Ist aber das Object undurchsichtig, und wenn man den Lieberkühn'schen Spiegel anwendet, so muß die Lampe in dieselbe Stellung gebracht werden, wie bei einem durchsichtigen Object. Muß man ihn nun noch durch

Sammellinsen beleuchten, so muß die Lampe näher an den Beobachter gestellt und das Licht auf das Object dadurch geworfen werden, daß man die Sammellinse zwischen ihn und die Lampe stellt, wie wir weiter unten durch Abbildungen noch deutlicher machen werden. Als eine allgemeine Regel dürfen wir annehmen, zuerst die geringeren Vergrößerungen zu nehmen, indem man dadurch ein gutes Licht, deutlichere Umrisse nebst einem weiten Gesichtsfelde erhält. Die stärkern Vergrößerungen muß man dagegen dann anwenden, wenn der Beobachter einen guten allgemeinen Begriff von der Anordnung der verschiedenen Theile erlangt hat.

Durchsichtige Objecte.

Nachdem dieselben vorläufig untersucht worden sind, werden sie entweder mit oder ohne Wasser auf ein Glasstreifchen gebracht und mit einem Deckglase zugedeckt, oder man bringt sie in eine Infusorienbüchse, oder in Compressorien, wie es gerade erforderlich ist. Demnächst wird nun das Object in seinem verschiedenartigen Apparat auf den Objecttisch des Statives gebracht, und nachdem man nun dieses letztere so gestellt hat, daß, wenn das Object mit dem bloßen Auge sichtbar ist, so wird es so nahe als möglich an die Achse des Objectives gebracht.

Regulirung des Focus.

Wenn die Brennweite des Objectivglases bekannt ist, so kann man ohne durch den Körper zu sehen, ihn dem Focus so nahe, als möglich, zu bringen, wozu man die grobe Stellung des Instrumentes benutzt. Dann legt man das Auge auf das Ocular, und sucht nun den eigentlichen Focus zu erlangen, indem man sorgfältig dahin sieht, wenn entweder das Object oder einige von den fremdartigen

Körpern auf dem Glase oder in der Flüssigkeit in das Gesichtsfeld kommen. Ist die angewendete Vergrößerung stark, so ist es immer am besten, das Objectivglas so nahe, als möglich, dem Focus zu bringen, und zwar mittelst der groben Stellung, und die feine dann anzuwenden, wenn die eigentliche Beobachtung gemacht wird. Ist das Object nicht in dem Gesichtsfelde, so wird das Glas oder jeder andere Apparat, auf welchem es liegt, mittelst der Stellung des Statives so lange bewegt, bis er hineinkommt, und da, wo keine Stativstellung vorhanden ist, geschieht die Regulirung des Focus mit den Fingern. Wenn das Object eine gewisse Dicke hat, so wird man leicht finden, daß durch die Benutzung der feinen Einstellung, jeder Theil der obern oder untern Oberfläche leicht in den Focus gebracht werden kann; und wenn das Object durchsichtig und cylindrisch, wie manche von den Pflanzengefäßen, so können dieselben in die ganze Rundung verfolgt werden, und wenn der Schraubenkopf der feinen Stellung graduirt ist, wie bei den feinen Stellungen von Smith und Beck, so wird eine Umdrehung des Schraubenkopfes das Objectivglas etwa um $\frac{1}{150}$ Zoll heben, oder senken, und wenn die Theilungen bis zu 10 gehen, so wird der Werth von einer $\frac{1}{1500}$ Zoll betragen, so daß die Dicke irgend eines Objectes von dieser gewissen Größe leicht bestimmt werden wird. Durch dieselbe Vorrichtung können auch gewisse Vertiefungen an irgend einem Object genau gemessen werden, indem man zuerst die obere oder ebene Fläche in den Focus bringt, und dann bemerkt, wie viel Umdrehungen oder Theile einer Umdrehung durchgegangen sind, ehe die vertiefte Fläche genau bestimmt ist. Die Graduirung des Schraubenkopfes kann auch sehr gut dazu benutzt werden, um die vordere Linse der Objectivglä-

ser mit stärkerer Vergrößerung genau zu adjustiren. Endlich können auch die dünnen Deckgläser genau gemessen, oder die Objectivgläser durch gewisse Regeln, die wir bereits mitgetheilt haben und noch mittheilen wollen, corrigirt werden. Wenn irgend ein Object untersucht worden ist, und es nöthig wird, ihn, einer Veränderung wegen, an dem Stativ zu entfernen, oder einen andern auf dasselbe zu bringen, so ist es am besten, wenn das Objectivglas einen kurzen Focus hat, der hintere Theil von dem Object umzudrehen, ehe man ihn wegnimmt, indem dadurch nothwendig jede Berührung zwischen ihm und dem Object verhindert werden wird. Ebenso wird dadurch, bei'm Wegnehmen oder Austauschen des Objectes, jede Beschädigung des Objectivglases mit kurzem Focus vermieden. Nach wenigen Versuchen wird es zur Gewohnheit, das Objectivglas durch die grobe Stellung umzudrehen.

Man kann auch auf die untersuchten Objecte verschiedene Reagentien, wie Säuren oder Alkalien, dadurch anwenden, daß man die Kante des Deckglases mit einem kleinen Glasstabe, welcher in die erforderliche Flüssigkeit getaucht worden ist, berührt. Eine geringe Menge von den Reagentien wird sich nach und nach zwischen die Gläser einziehen, und man kann deren Wirkungen alsdann leicht wahrnehmen. Wenn eine größere Menge von einer ätzenden Flüssigkeit erforderlich ist, oder wenn das Object in der Flüssigkeit zwischen zwei Gläsern nicht gehörig gesichert ist, so muß man das Mikroskop aufrecht stellen, um die Gefahr des Verlustes von dem Object, oder des Herabfließens der Flüssigkeit auf das Stativ zu vermeiden. Die Gläser, zwischen denen man die Objecte bringt, müssen vollkommen frei von Fettigkeit sein, weil sich sonst weder Wasser, noch eine andere Flüssigkeit gleichförmig vertheilen kann, und

große Luftblasen entstehen, welches Alles vermieden werden muß, besonders in der Nachbarschaft der Objecte, indem Luftblasen wie Linsen wirken und Veranlassung zur Störung der Lichtstrahlen geben, welche hindurchgehen und darauffallen.

Kleine lebendige Insecten können in der Infusorienbüchse bei durchfallendem Lichte beobachtet werden, und die größeren, wie z. B. Fliegen, kann man mit Pincetten halten und dennoch sehr leicht den Blutumlauf in ihren Beinen beobachten; sie werden mit keinem Glase versehen.

Bei stärkster Vergrößerung kann das Tages- oder Lampenlicht sehr bedeutend durch den achromatischen Condensor verstärkt werden, besonders wenn das Licht zuerst durch eine Sammellinse auf den Spiegel gestrahlt wird, wie wir es in dem nächsten Capitel genauer sehen werden.

Undurchsichtige Objecte.

Diese werden entweder durch die Sammellinsen, oder den Lieberkühn'schen Spiegel, oder durch den Seitenreflector beleuchtet, und das zu benutzende Objectivglas kann $\frac{1}{4}$ Zoll nicht übersteigen, da kein stärkeres Vergrößerungsglas mit einem Lieberkühn'schen Spiegel versehen ist, und da von dem Seitenreflector oder von der Sammellinse kein Licht auf irgend ein undurchsichtiges Object geworfen werden kann, das in der Nähe des Objectivglases vorhanden ist. Undurchsichtige Objecte sind entweder auf Glasstreifen, oder auf Kartenblättchen, oder auf irgend einem andern Material angebracht, durch welches eine Nadel geht. Es werden dieselben mittelst Pincetten festgehalten, und wenn der Lieberkühn'sche Spiegel angewendet wird, so muß die Blendungsplatte unter dem Stativ entfernt werden, und es muß das Licht durch den Hohlspiegel auf dieselbe Weise durch den

Lieberkühn'schen Spiegel geworfen werden, wie wir es bei den durchsichtigen Objecten beschrieben, und es wird die Lampe oder irgend ein anderes Beleuchtungsmittel entweder vor oder zur Seite des Spiegels angebracht.

Hat das Mikroskop eine geneigte Stellung, und ist es erforderlich, einen undurchsichtigen Gegenstand mittelst der Sammellinse zu beleuchten, so muß die Lampe dem Auge des Beobachters nahe gebracht und die Sammellinse zwischen sie und das Object gestellt werden. Die Entfernung zwischen der Lampe und der Sammellinse muß in allen Fällen größer sein, als die zwischen der Linse und dem Object, weil sonst die Lichtstrahlen nicht mit demselben convergiren. Wenn die Glasscheibe, auf welcher sich das Object befindet, oder dieses selbst nicht groß genug ist, um das Licht vou dem Eindringen in das Objectivglas abzuschneiden, so muß ein sogenannter Stiefel von der in Fig. 137 abgebildeten Form, zur Bildung eines Hintergrundes angebracht werden. Die Art und Weise, wie diese Stiefel, sowie alle übrigen Beleuchtungsapparate angewendet werden, müssen wir nun genauer betrachten, und es müssen besonders die Anfänger diesem Capitel des Werkes besondere Aufmerksamkeit widmen, da ihre Fortschritte in der Handhabung des Mikroskopes sehr wesentlich dadurch erleichtert werden.

Zweites Capitel.

Von der Beleuchtung der Objecte.

Ein sehr wesentlicher Theil des Mikroskopes besteht im Beleuchtungsapparate, denn wenn dieser

fehlerhaft construirt oder falsch angewendet wird, so geht ein großer Theil der Wirkung des Instrumentes verloren.

Die Beleuchtung zerfällt in die der durchsichtigen Körper mittelst durchgehenden Lichtes und in die der opaken Körper. Die erstere findet weitaus die häufigste Anwendung, daher werden wir zuerst von ihr sprechen.

Man sieht viele Instrumente, bei welchen der ganze Beleuchtungsapparat in dem unter dem Objecttische angebrachten Concavspiegel besteht, oder in diesem und einem auf seiner Rückseite angebrachten Planspiegel, durch welche Spiegel das Licht des Himmels durch das Object in das Mikroskop geworfen wird. Diese Vorrichtung leidet an einem sehr wesentlichen Gebrechen; es wird bei Benutzung des Concavspiegels nicht bloß im Allgemeinen ein sehr intensives Licht erhalten, sondern auch neben dem Objecte durch den freien Theil des Gesichtsfeldes eine Masse von Licht zum Auge geschickt, welche zum Sichtbarwerden des Objectes nicht bloß nichts beiträgt, sondern auch durch Ueberreizung des Auges positiv schädlich ist.

Vor Allem ist also nöthig, die Intensität des Lichtes zu beschränken, und zwar in einem dem zu beobachtenden Objecte, der Vergrößerung und der Helligkeit des Himmels entsprechenden Grade, indem von selbst klar ist, daß bei schwachen Vergrößerungen, die immer weit lichtstärker, als die stärkeren Vergrößerungen sind, eine schwächere Beleuchtung passend ist, und daß wenig durchscheinende Objecte eine intensivere Beleuchtung erfordern, als stark durchsichtige.

Ein Mittel, um diesen Zweck zu erreichen, besteht im Auflegen von geschwärzten Blendungen auf den Spiegel, durch welche man denselben, je nach der Weite ihrer Oeffnung, mehr oder weniger ver=

kleinert. Diese Methode ist nicht bequem, da man, um eine gehörige Anzahl von Modificationen der Beleuchtung hervorzubringen, viele solcher Blendungen, die eine ziemliche Größe haben, bei der Hand haben muß; es wird daher diese Methode selten angewendet.

Eine weit bequemere und sehr allgemein angewendete Vorrichtung ist die schon oben im 4. Capitel des 1. Abschnittes beschriebene, drehbare, mit Oeffnungen versehene Scheibe unter dem Objecttische; wir müssen darauf aufmerksam machen, daß von den Physikern die Forderung gestellt wird, daß, wenn eine Concavspiegel zur Beleuchtung verwendet wird, derselben eine solche Stellung haben müsse, daß sein Focus mit dem Objecte zusammentrifft. Wenngleich die Erfahrung nicht nachweis't, daß diese Forderung streng einzuhalten ist, so ist doch jedenfalls (ganz abgesehen von andern Gründen) die vielen Mikroskopstativen gegebene Einrichtung, nach welcher der Concavspiegel und die Mikroskopröhre feststehen und zwischen beiden der Objecttisch auf- und abwärts bewegt wird, sehr fehlerhaft, indem bei dieser Einrichtung sich die Beleuchtung des Objectes mit jeder Einstellung verändert. Wenn die Mikroskopröhre feststeht und der Objecttisch beweglich ist und ein Concavspiegel zur Beleuchtung verwendet wird, so muß der Spiegel mit dem Objecttische in Verbindung stehen und sich mit dem letztern auf- und abwärts bewegen.

Es wurde ebenfalls oben schon berührt, daß sich der Concavspiegel durch einen Planspiegel und eine zwischen diesem und dem Objecte angebrachte Sammellinse ersetzen lasse. Nach der englischen, von Goring herrührenden Einrichtung (Fig. 121) ist diese Sammellinse in eine an ihrem oberen Ende mit einer Blendung versehene Röhre gefaßt, in welcher sie auf- und abwärts verschiebbar ist und welche Röhre

an der untern Seite des Objecttisches befestigt wird (Fig. 88. m). Diese Vorrichtung, welche Goring (**micr. cab. p. 170**) mit Unrecht für eine Modification und Verbesserung der Wollaston'schen Beleuchtung ausgiebt, ist eine ziemlich unvollkommene. Erstens erlaubt sie, da die Blendung eine unveränderliche ist und an der Linse selbst keine Blendungen angebracht sind, nur geringe Modificationen der Lichtstärke; anderntheils gestattet sie, wenn die Mikroskopröhre auf- und abwärts beweglich ist, das Licht von der Seite her schief auf das Object fallen zu lassen. Das Letztere ist freilich bei solchen Mikroskopen, bei welchen der die Mikroskopröhre tragende Arm horizontal beweglich ist, bis auf einen gewissen Grad möglich, indem man das Object (Fig. 121) aus der Achse des Beleuchtungsapparates bringen und das Mikroskop über dasselbe stellen kann. Man wird jedoch hierdurch seinen Zweck nur unvollständig erreichen. Wird dagegen diese Linse, wie dieses von Amici (Fig. 75) geschieht, so angebracht, daß dieselbe an einem am Objecttische befindlichen Stäbchen auf- und abwärts verschoben werden kann, und ist zu gleicher Zeit an ihrer Fassung eine zur Seite zu schiebende Blendung (Fig. 91 v) angebracht, so hat man im Gebrauche oder der Entfernung der letzteren und im Auf- und Abwärtsschieben und im Seitwärtsdrehen der Linse, und namentlich auch in gleichzeitiger Anwendung der durchlöcherten Scheibe (welche Amici jedoch an seinem Mikroskop nicht anbrachte) und in der seitlichen Verstellung des Spiegels eine solche Reihe von in einander übergehenden Modificationen des Helligkeitsgrades und der Richtung der Beleuchtung, daß Jeder wenigstens von derselben vollkommen befriedigt sein wird. Für gewöhnlich wird von keiner anderer Gebrauch gemacht, und nur bei sehr schwierigen Untersuchungen mittelst starker Ver-

größerungen muß man der Anwendung des Dujardin'schen, weiter unten besprochenen Beleuchtungsapparat einen und zwar nicht einmal sehr bedeutenden Vorzug einräumen.

Bei den meisten Mikroskopen ist der Spiegel senkrecht unter dem Objecttische befestigt und obgleich in jedem beliebigen Winkel gegen die Mikroskopröhre stellbar, doch nicht seitwärts aus der Richtung derselben zu entfernen, weßhalb das Licht immer senkrecht in's Mikroskop einfällt. Es ist dieses zwar für die meisten Beobachtungen am passendsten, namentlich auch deßhalb, weil das Mikroskop bei dieser Stellung des Spiegels das am meisten farblose Bild giebt, allein bei Untersuchung schwieriger, mit Streifen versehener Objecte ist es in vielen Fällen von großem Nutzen, das Licht in schiefer Richtung in's Mikroskop fallen zu lassen. In dieser Hinsicht ist die Art, wie Amici den Spiegel befestigt, sehr zu loben; er bringt (Fig. 75) den gabelförmigen, um seine horizontale Achse drehbaren Träger des Spiegels am untern Ende eines mit der Säule des Mikroskopes parallel stehenden Armes an, welcher sich an seinem obern Ende um eine horizontale Achse seitwärts drehen läßt, wodurch man in den Stand gesetzt ist, den Spiegel stark seitwärts zu stellen.

Goring, welcher dem Spiegel an seinem Mikroskope eine wahrhaft colossale Größe (beinahe 5'' Länge bei 4'' Breite) gab, legt einen sehr großen Werth darauf, daß derselbe elliptisch und nicht kreisförmig ist, damit derselbe von oben, in der Richtung der Mikroskopröhre gesehen, sich kreisförmig darstelle und einen cylindrischen Strahlenbündel zum Mikroskope schicke. Es ist dieses ganz unnöthig. Ein kreisförmiger Spiegel, der 2 Zoll im Durchmesser hat, ist mehr als hinreichend groß, und ob er, in der Richtung der Achse des Instrumentes gesehen, rund oder

elliptisch erscheint, ist gleichgültig, indem die gegen den Rand desselben gelegenen Theile schon bei dieser und geringerer Größe zur Beleuchtung nichts mehr beitragen.

Den Grundsatz, daß der Focus des Beleuchtungsapparates genau in die Fläche des Objectes fallen müsse, strenge einzuhalten, wurde bei den folgenden Beleuchtungsapparaten vorzugsweise in's Auge gefaßt.

Wollaston (**Philos. trans. 1829 p. 13**) erreichte bei seinem Apparate diesen Zweck auf eine nicht ganz vollständige Weise. Sein Beleuchtungsapparat ist von ihm nur bei'm einfachen Mikroskope (Fig. 19) angebracht und oben erwähnt worden.

Gegen diese Wollaston'sche Vorrichtung wendet Brewster (treat. on the micr. p. **145**) mit Recht ein, daß bei derselben die beleuchtenden Strahlen nicht in einem Focus auf dem Objecte zusammenfallen, indem hierzu gehören würde, daß nicht das Bild der Blendung, sondern das Bild der außerhalb des Mikroskopes und jenseits des Spiegels liegenden Lichtquelle auf das Object geworfen würde. Diese Einwendung ist, von theoretischer Seite aus betrachtet, unstreitig richtig, aber ebenso gewiß ist, daß der Wollaston'sche Apparat für starke Vergrößerungen, bei welcher ein nur kleiner Theil des Objectes scharf beleuchtet gesehen werden muß, eine vortreffliche Beleuchtung gewährt; die strenge Einhaltung des Grundsatzes, daß der Focus des Beleuchtungsapparates genau auf das Object fallen muß, ist in practischer Beziehung nicht nothwendig.

Brewster, welcher diesen Grundsatz auf's strengste festhält, und deßhalb auch die Forderung stellt, daß die Sammellinse des Beleuchtungsapparates von chromatischer und sphärischer Aberration frei

sein müsse, (l.c. 146), änderte den Wollaston'schen Apparat dahin ab, daß er statt der einfachen plan-convexen Linse ein von Aberration freies Herschel'sches Linsensystem wählte.

In neueren Zeiten hat sich der auf analogen Principien beruhende Apparat von Dujardin (Fig. 94) ein bedeutendes Ansehen erworben. Derselbe besteht aus einem achromatischen Linsensysteme, welches in seiner Construction vollkommen mit einem aus drei achromatischen Linsen (a, b, c) zusammengesetzten starken Objective übereinstimmt, und mit der stärksten Linse nach oben unter dem Objecte in solcher Entfernung angebracht wird, daß das mittelst eines Prisma's oder eines vollkommen guten ebenen Spiegels aufgefangene Licht in der Fläche des Objectes zu einem Focus vereinigt wird. Um zur Beleuchtung Parallelstrahlen oder wenigstens dem Parallelismus sich annähernde Strahlen zu erhalten, wird der Spiegel so gedreht, daß sich der an dem Horizont angrenzende Theil des Himmels in ihm abspiegelt, und nun wird, nachdem das Mikroskop auf das Object eingestellt ist, das Linsensystem des Beleuchtungsapparates so weit gehoben, oder gesenkt, bis man das Bild von einem entfernten, am Horizonte befindlichen Gegenstande, einer Thurmspitze und dergl., mit deutlichen Umrissen durch das Mikroskop sieht. Man dreht nun den Spiegel so, daß das Object volles Licht erhält. Ist die Beleuchtung zu stark, so stellt man zwischen das Mikroskop und das Fenster einen Schirm von schwarzer Pappe, in welchem eine runde, mehre Centimeter im Durchmesser haltende Oeffnung ist, welche durch eine drehbare, mit mehren engern Oeffnungen versehene Scheibe verengt werden kann, bis man die nöthige Schwächung des Lichtes erreicht hat. Man rühmte von diesem Beleuchtungsapparate, das bei seiner Anwen-

dung die auf Beugung beruhenden Lichtsäume, welche bei des starken Vergrößerungen längs der Ränder vergrößerten Bildes verlaufen, wegfallen, folglich das Bild um Vieles reiner, schärfer werde. Dieser Vorzug ist auch bis auf einen gewissen Grad diesem Apparate unstreitig zuzuschreiben, und es nimmt derselbe bei schwierigen Untersuchungen mittelst starker, lichtschwacher Vergrößerungen unter allen Beleuchtungsapparaten den ersten Rang ein. Man erwarte jedoch nicht zu viel von demselben. Eine vollständige Entfernung der auf Beugung beruhenden Lichtsäume konnte Mohl mittelst desselben niemals bewirken, wohl aber erhält er bei starken Vergrößerungen, da das Licht auf einem kleinen Punct concentrirt wird, ein lichtstärkeres und zugleich ein etwas schärfer begrenztes Bild, als mittelst des Amici'schen Beleuchtungsapparates. Sehr bedeutend ist jedoch, wie schon oben bemerkt wurde, der Unterschied zwischen diesen beiden Apparaten nicht, und dieser Unterschied tritt, wie das überhaupt bei Vergleichung verschiedener Beleuchtungsapparate der Fall ist, bei Anwendung sehr guter Objective weniger deutlich hervor, als bei'm Gebrauche von weniger vollkommenen.

Die Art und Weise, wie der Dujardin'sche Apparat am Objecttische befestigt und bewegt wird, läßt viele Modificationen zu. Wenn das Mikroskop des nach Art des in Fig. 73 abgebildeten Oberhäuser'schen Statives mit beweglichen Blendungen versehen ist, so wird der Dujardin'sche Apparat an die Stelle dieser Blendungen in die Röhre q eingesetzt und mittelst der Hebelvorrichtung bewegt. An dieser Vorrichtung ist auszusetzen, daß der Beleuchtungsapparat nicht eingesetzt werden kann, ohne daß Object von dem Objecttische zu entfernen und das bei der Unmöglichkeit, dem Spiegel eine seitliche Stellung zu ertheilen, das Licht nicht in schiefer Richtung auf das Object geworfen werden kann.

Diesen Umständen wurde von Oberhäuser später auf die Weise abgeholfen, daß er die Hebelvorrichtung an einem Schieber anbrachte, welcher auf der untern Seite des Objecttisches zwischen zwei schwalbenschwanzförmige Leisten eingeschoben wird, wodurch also möglich gemacht wurde, ohne das Object zu berühren, den Beleuchtungsapparat einzusetzen, oder mit beweglichen Blendungen zu verwechseln, oder ihn ganz zu entfernen und an seine Stelle einen ähnlichen Schieber mit einer drehbaren Scheibe einzusetzen. Um eine schiefe Beleuchtung anbringen zu können, wurde das (auf der hintern Seite der Fassung eines Concavspiegels befestigte) Beleuchtungsprisma, wie der Spiegel von Amici (Fig. 75), an einem zweimal unter rechtem Winkel gebrochenen und seitwärts zu verstellenden Arm angebracht. Natürlicherweise mußte Oberhäuser, um den Beleuchtungsapparat auf diese Weise anbringen zu können, die Form seines Statives (Fig. 73) verlassen, und den Spiegel und den Objecttisch nach der gewöhnlichen Einrichtung an einer Säule befestigen. Auf ganz analoge Weise hat Mohl an dem in Fig. 88 abgebildeten Objecttische den Dujardin'schen Apparat ebenfalls an einem Schieber angebracht, nur mit dem Unterschiede von der Oberhäuser'schen Einrichtung, daß er die Röhre, in welche der genannte Apparat eingesetzt wird, nicht durch einen Hebel, sondern einfach durch Verschiebung mittelst der Finger in einer Hülse, in welche sie genau eingeschliffen ist, bewegt, eine Einrichtung, welche allerdings, wenn auch einfacher, etwas weniger bequem, als die Oberhäuser'sche ist. Eine weitere Verbesserung, welche Oberhäuser an dem oben bemerkten Mikroskope anbrachte, besteht darin, daß er über dem Dujardin'schen Apparate noch enge Blendungen anbrachte, welche aus dünnen, im Centrum durchbohrten Me=

tallschieber bestehen, die in eine kreisförmige Vertiefung des Objecttisches eingelegt werden und deren obere Seite genau in der Fläche des Objecttisches liegt. Es gewinnt durch die Anwendungen dieser Blendungen das Bild an Schärfe, auf ähnliche Weise, wie dieses bei den Amici'schen Beleuchtungsapparaten der Fall ist, wenn man am Objecttische Blendungen anbringt.

Von einem andern Grundsatze, als die Erfinder der eben beschriebenen Beleuchtungsapparate, ging Robert aus. Er glaubte nämlich, daß bei der Beleuchtung mit parallelem Lichte ein schwächeres Bild erhalten werde, als bei der Beleuchtung mit convergirenden Lichte, und brachte deßhalb unter dem Objecttische eine Linse von 4''' Focus so an, daß ihr Brennpunct mit dem Brennpuncte des concaven Beleuchtungsspiegels zusammenfiel. Poggend. Annal. 1846, Nr. 2, S. 185.) Er rühmt von dieser Einrichtung, daß sie nicht bloß stärkeres Licht, als der Beleuchtungsspiegel allein, giebt, sondern daß man auch kleinere Einzelnheiten der Objecte, als ohne Anwendung der Linse, sehe. Das mag in Folge der helleren Beleuchtung allerdings der Fall sein, allein der Grundsatz, daß man mittelst parallel auf das Object auffallender Lichtstrahlen genauer sehe, als mittelst eines Beleuchtungsapparates, dessen Focus auf das Object selbst fällt, scheint damit noch lange nicht bewiesen zu sein.

Auf eine eigenthümliche Weise benutzte Reade das von unten her auf durchsichtige Objecte geworfene Licht zur Beleuchtung derselben (Goring and Pritchard, micrographia, p. 226. Microsc. illustr. p. 138.) Anstatt nämlich das Licht direct durch das Object in's Mikroskop fallen zu lassen, stellt er den Spiegel oder bei Beleuchtung mittelst künstlichen Lichtes die Kerze so weit seitwärts vom Objectträger,

daß das Licht zwar durch das Object von unten und der Seite her durchgeht, aber nicht durch das Mikroskop zum Auge gelangen kann. Der Winkel, welchen hierbei die Lichtstrahlen mit der Achse des Mikroskopes bilden, muß immer größer, als die Hälfte des Oeffnungswinkels des Objectives, sein. Das Gesichtsfeld des Mikroskopes bleibt unter diesen Umständen unbeleuchtet, und man sieht das Object nicht mittelst durchgehenden Lichtes, sondern durch denjenigen Theil des Lichtes, welcher, anstatt durch das Object durchzugehen, von demselben reflectirt wird; es erscheinen daher die Objecte auf schwarzem Grunde in ihren natürlichen Farben. Diese Beleuchtungsart giebt allerdings in manchen Fällen, namentlich bei Betrachtung von Schmetterlingsschuppen mittelst schwächerer Vergrößerungen, ein ganz schönes Bild; sie ist aber nur bei solchen Objectiven anwendbar, welche vom Objecte auf eine gewisse Weite abstehen, indem bei sehr starken Objectiven das Licht in's Mikroskop fällt und man alsdann nichts Anderes, als eine gewöhnliche, aber sehr schiefe Beleuchtung hat, welche kein gutes Resultat gewährt.

Man mag nun einen oder den andern dieser Beleuchtungsapparate anwenden, so sind gewisse Regeln in Beziehung auf die Stellung des Mikroskopes zum Fenster und ähnliche Puncte gleichmäßig in Anwendung zu bringen.

Im Allgemeinen ist es bei'm Gebrauche aller lichtstarken Mikroskope ungünstig, das Licht von dem der Sonne naheliegenden Theile des Himmels aufzufangen, indem man dabei eine zu grelle Beleuchtung erhält. Hat man daher über ein Local zu gebieten, welches eine freie Aussicht auf den nördlichen Theil des Himmels gestattet, oder dessen Fenster gegen verschiedene Himmelsgegenden hin gerichtet sind, in welchem letzteren man also, je nach der Tageszeit, eine

andere Himmelsgegend zur Beleuchtung wählen kann, so ziehe man dasselbe einem bloß nach Osten oder bloß nach Westen gerichteten Zimmer vor. Die ungünstigste Lage ist die südlichste.

Die meisten mikroskopischen Beobachter stellen das Mikroskop auf einem in der nächsten Nähe des Fensters stehenden Tisch, um die Bequemlichkeit zu haben, die Präparate, wie sie fertig werden und ohne aufzustehen, sogleich unter das Mikroskop bringen zu können. Bei der Mehrzahl der Beobachtungen ist auch gegen diese Stellung des Mikroskopes nichts einzuwenden, und Mohl sagt, er selbst habe die Mehrzahl seiner Beobachtungen auf diese Weise gemacht; bei sehr schwierigen Beobachtungen ist sie dagegen nicht ganz günstig, sondern man wird bei diesen gut thun, das Mikroskop so weit, als möglich, vom Fenster entfernt aufzustellen. Daß man dabei, wenn das Zimmer mehre Fenster hat, mit Ausnahme des zur Beleuchtung dienenden, die übrigen mittelst eines Ladens oder dergl. zu schließen hat, um das von ihnen seitwärts einfallende, störende Licht abzuhalten, versteht sich von selbst. Manche geben den Rath, auch das zur Beleuchtung dienende Fenster bis auf eine im Laden befindliche Oeffnung zu bedecken; passend für die mikroskopische Beobachtung ist dieses ohne Zweifel, doch erhält man gerade keine auffallend günstige Wirkung davon.

Die Annehmlichkeit und in vielen Fällen auch die Sicherheit der Beobachtung hängt sehr bedeutend vom Zustande des Himmels ab. Am günstigsten ist ein rein blauer, durchaus wolkenloser Himmel. Es ist nicht bloß die bläuliche Färbung des von ihm mit dem Spiegel aufgefangenen Lichtes dem Auge angenehm, sondern es giebt das Mikroskop bei Beleuchtung mit diesem bläulichen Lichte ein farbenfreies, schärferes Bild, als mit dem von weißen Wolken re-

flectirten Lichte. Nach dem blauen Himmel ist ein gleichmäßig mit hellgrauen Wolken überzogener der beste; dagegen ist die Beleuchtung, welche ein ungleich gefärbter Himmel, namentlich ein blauer, auf welchen viele weiße, hell beleuchtete Wolken schnell vorüberziehen, höchst unangenehm, indem der immer erwähnte Wechsel von stärkerer und schwächerer Beleuchtung nicht blos das Auge angreift, sondern durch das blendende weiße Licht auch leicht störende Farbenerscheinungen hervorgerufen werden. Es ist bei einem solchen Zustande des Himmels oft geradezu unmöglich, schwierige Beobachtungen anzustellen.

Directes Sonnenlicht mit dem Spiegel aufzufangen und in's Mikroskop zu werfen, ist unter allen Umständen zu mißbilligen. Bei sehr durchsichtigen Gegenständen wird zwar Niemand versucht sein, diese Beleuchtung anzuwenden, indem sie viel zu grell ist, als das Auge dieselbe ertragen könnte; dagegen kommt man allerdings in Versuchung, sich derselben zu bedienen, wenn man einen nur schwach durchscheinenden Körper, z. B. ein Blatt, in welchem man die Bewegung des Milchsaftes untersuchen will, zu betrachten hat. Diese Beleuchtungsmethode giebt aber immer ein schlechtes Resultat indem sie ein flammendes Bild giebt, welches jedes deutliche Sehen unmöglich macht; sie ist daher, wenn sie gleich von einigen Beobachtern, wie z. B. Schulz, angewendet wurde, durchaus zu verwerfen. Zum Glück ist aber auch eine so helle Beleuchtung bei den neueren, lichtstarken Mikroskopen kein Bedürfniß mehr, indem man nur in seltenen Fällen den Wunsch ein stärkeren Beleuchtung, als sie das gewöhnliche Tageslicht giebt, haben wird.

Chevalier schlug vor, das directe Sonnenlicht zur Beleuchtung zu verwenden, aber durch gefärbte Gläser so zu schwächen, dasselbe auf das Auge kei-

nen zu starken Eindruck mehr mache. Man braucht wohl nicht darauf aufmerksam zu machen, daß durch diese Methode nicht bloß die Intensität des Sonnenlichtes vermindert wird, sondern daß je nach der Beschaffenheit der angewendeten Gläser ein größerer oder kleinerer Theil der farbigen, das weiße Licht zusammensetzenden Strahlen absorbirt wird, und nur ein Theil der Farben des Sonnenspectrums übrig bleibt, wodurch eine der monochromatischen sich einigermaßen annähernde Beleuchtung erzielt wird. Mohl spricht sich in Folge einiger Versuche gegen diese Beleuchtungsart aus, indem sie, bei schwierigen Objecten geprüft, ein ganz schlechtes Resultat gab. Es war dieses namentlich bei Anwendung tief blauer Gläser der Fall, bei welchen, wenn er hinreichendes Licht durchließ, um noch zur Erkennung eines feinen Details genug Helligkeit zu haben, ein höchst unangenehmes Flimmern entstand, welches jedes deutliche Sehen unmöglich machte. Ein besseres Resultat gab die Anwendung von tief purpurroth gefärbten Gläsern, bei welcher allerdings das Bild scheinbar sehr scharfe Umrisse zeigte. Dessenungeachtet war es nicht möglich, bei schwierigen Probeobjecten, z. B. auf den Schuppen von **Lycaena Argus**, die Querstreifen zu sehen, welche bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung mit demselben Mikroskope außerordentlich leicht zu sehen sind. Die Anwendung dieser rothen Gläser schadet also nicht bloß der Erkennung des freien Details, sondern sie macht überdies die Erkennung jeder Farbe unmöglich und giebt eine dem Auge widerwärtige, wahrhaft diabolische Beleuchtung.

Anders verhält es sich mit der von **Dr.** Goring angerathenen Weise, das Sonnenlicht zu benutzen. Er räth, die hintere Seite der Spiegelfassung mit Gyps zu überziehen, und das von dieser matten, weißen Fläche reflectirte Licht zur Beleuch-

tung farbiger Objecte zu benutzen, indem hierbei die natürlichen Farben besser, als bei andern Beleuchtungsarten, zum Vorscheine kommen. Diese Beleuchtungsweise, bei welcher man auch, anstatt der Gypsschichte, ein weißes Papier verwenden kann, ist allerdings gut und läßt schwierige Probeobjecte in allem Detail untersuchen; einen besondern Vorzug vor der gewöhnlichen Benutzung des reflectirten Tageslichtes kann man ihr übrigens ebensowenig zuschreiben, als dem analogen, von Andern gegebenen Rathe, das Licht zu benutzen, welches von einem von der Sonne beschienenen, dem Beobachtungszimmer gegenüber liegenden Hause reflectirt wird.

Die Beleuchtung undurchsichtiger Körper von oben mittelst des Tageslichtes ist eine weit unvollkommenere, als die Beleuchtung durchsichtiger Körper mittelst durchgehenden Lichtes, schon aus dem Grunde, weil sie bei starken Objectiven, welche dem Objecte sehr nahe gebracht werden müssen, gar kein Anwendung mehr finden kann. Bei schwachen Vergrößerungen und lichtstarken Mikroskopen genügt es, das Mikroskop in die Nähe des Fensters zu stellen und das Object auf einen dunkeln Grund zu legen, um dasselbe wie durch eine Lupe deutlich zu sehen. Bei steigender Vergrößerung wird jedoch diese Beleuchtung bald zu schwach; dann wird man, wenn die Vergrößerung nicht viel über 100 bis 150mal steigt und das Objectiv noch weit genug vom Objecte absteht, hinreichendes Licht mit einer Sammellinse*)

---

*) Anstatt einer Sammellinse verwendete Sellig ue ein rechtwinkliches Prisma, dessen beide unter dem rechten Winkel zusammenstoßende Flächen convex geschliffen sind. Einen besondern Vortheil hat dieses Prisma vor der Sammellinse nicht; im Gegentheil hat die letztere den Vortheil, daß sie, ohne zu schwer zu werden, weit größer, als ein Prisma, gemacht werden kann.

erhalten, mit welcher man das durch das Fenster sichtbare Bild des Himmels auf das Object wirft. Hierbei muß man das Instrument möglichst weit vom Fenster entfernt aufstellen, um durch die Linse ein kleines, aber helles Bild desselben zu erhalten. Es ist bequem, die Linse nicht am Mikroskope selbst, sondern auf einem besondern, schweren Fuße, auf dem sie in jeder Richtung beweglich ist, zu befestigen; unter 3 oder wenigstens 2 Zoll Oeffnung sollte diese Beleuchtungslinse nicht haben. Die beste Form für diese Linse ist wohl die planconvexe; bei'm Gebrauche wird die ebene Seite gegen das Fenster gewendet.

Wünscht man eine hellere Beleuchtung und stärkere Vergrößerungen anzuwenden, so bietet hierzu der schon oben erwähnte Lieberkühn'sche Spiegel das passendste Mittel dar, welches selbst bei 400maligen Vergrößerungen noch hinreichendes Licht gewährt. Dieser Spiegel besteht aus einem etwa 9''' breiten, in der Mitte durchbrochenen, möglichst vollkommen polirten, concaven Spiegelchen (Fig. 135, c) von reinem Silber, welches mittelst seiner Fassung so auf das Objectiv aufgeschraubt wird, daß das Glas die Oeffnung des Spiegels ausfüllt, und welches eine solche Krümmung besitzt, daß sein Focus mit dem der Objectivlinse zusammenfällt. Man kann auch, wenn die Fassung des Objectives cylindrisch abgedreht ist, den Spiegel zum Aufstecken auf das Objectiv einrichten, wo man dann durch Auf- und Abwärtsschieben des Spiegels die Stellung, in welcher er die hellste Beleuchtung giebt, heraussuchen kann. Der Gebrauch des Lieberkühn'schen Spiegels setzt eine große Oeffnung im Objecttische voraus, durch welche man mit dem Beleuchtungsspiegel einen sehr breiten Lichtbüschel nach oben werfen kann. Das Object, welches keinen größern Durchmesser, als die Oeffnung des Objectives beträgt, besitzen soll, wird

auf irgend einen undurchsichtigen, geschwärzten Gegenstand, welcher so groß, als die Objectivöffnung ist und durch eine Zange festgehalten wird, oder auf einer Glasplatte befestigt ist, aufgelegt. Das vom Beleuchtungsspiegel nach oben geworfene Licht wird auf diese Weise durch die Unterlage des Objectes abgehalten, direct in das Mikroskop zu fallen, gelangt neben dem Objecte vorüber auf den Lieberkühn'schen Spiegel und wird von diesem von allen Seiten und von oben her auf das Object zurückgeworfen. Die Wirkung des Lieberkühn'schen Spiegels weicht von der Beleuchtung durch seitwärts einfallendes und durch eine Sammellinse concentrirtes Licht dadurch ab, daß die letztere, wenn der Körper nicht völlig eben ist, an der Erhabenheit eine Licht- und eine Schattenseite hervorhebt, während bei der ersteren Beleuchtungsart sich das Licht beinahe gleichförmig von oben und von allen Seiten über den Körper verbreitet und somit keinen Schatten werfen kann. So selten man auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen genöthigt ist, zu dieser Beleuchtungsart seine Zuflucht zu nehmen, so ist doch ihr Gebrauch vielleicht zu sehr vernachlässigt, denn die Wirkung derselben ist, wenn sie bei einem geeigneten Objecte angewendet wird, überraschend.

Manche, namentlich englische, Mikrographen haben die Gewohnheit, sowohl durchsichtige, als opake Körper zum Behufe der mikroskopischen Untersuchung mittelst künstlichen Lichtes zu beleuchten. Der Nutzen, dem diese Beleuchtungsart gewährt, ist im Allgemeinen nicht hoch anzuschlagen, nicht deßhalb, weil man läugnen kann, daß man mittelst derselben ein gutes mikroskopisches Bild erhält, und daß die künstliche Beleuchtung für manche Objecte, z. B. für injicirte, anatomische Präparate, recht gut ist, sondern deßhalb, weil der, welcher das Mikroskop zu anhaltenden, wis-

senschaftlichen Beobachtungen gebraucht, wegen der Verfertigung seiner Präparate, der mikroskopischen Zeichnungen u. s. w. bei Tage und nicht bei Nacht beobachten muß, und weil es vollkommen widersinnig wäre, das Präparat im Tageslichte zu machen, und dann mit demselben, während das Tageslicht auch zur mikroskopischen Beobachtung zu Gebote steht, sich mit dem Präparate in's dunkle Zimmer einzuschließen, und im Lampenlichte einen schlechten Ersatz für das Tageslicht zur Beobachtung desselben zu suchen.

Um die Nachtheile dieser grellen Beleuchtung mit dem gelblichen Lampenlichte zu entfernen, wurde von Griffith (**Annals of natur. history XII.** p. 481) ein Vorschlag gemacht, welcher zwar, sowie Griffith die Sache auffaßte, auf einer vollkommen falschen Theorie beruht, welcher aber doch unter gewissen Umständen Anwendung finden kann. Griffith ging von dem Gedanken aus, es seien die Unvollkommenheiten des Kerzen- und Lampenlichtes in zwei Ursachen begründet: 1) darin, daß dasselbe monochromatisch sei; 2) daß die vorherrschende Farbe in demselben gerade die am stärksten leuchtende, die gelbe, sei. Die erstere Ursache hindere die Erkennung der Farben, die zweite bewirke ein unangenehmes und schädliches Flimmern. Diesen Uebelständen, glaubte nun Griffith, lasse sich leicht abhelfen. Da nämlich ein jedes Licht weiß gemacht werden könne, wenn man ihm die complementäre Farbe beimische, so dürfe man nur ein Licht, welches irgend eine bestimmte Färbung hätte, durch ein Glas von der complementären Färbung gehen lassen, um dasselbe weiß zu erhalten. Es ist jedoch diese Ansicht eine irrige.

Als Lichtquelle benutzt man am einfachsten eine von den mit Hülfe von Fig 170 u. 172 weiter oben

beschriebenen Lampen, welche man mit einem undurchsichtigen, von einer Oeffnung durchbrochenen Schirme umgeben und bei durchsichtigen Objecten nahe vor den Spiegel des Mikroskopes stellen oder gegen deren Licht man auch, mit Beseitigung des Spiegels, das Mikroskop geradezu richten kann. Um feine Probeobjecte, z. B. Schmetterlingsschuppen, zu sehen, ist diese Beleuchtung eine ganz zweckmäßige; allein sie strengt das Auge sehr an und leistet nicht mehr, als durch zweckmäßige Beleuchtung mittelst des Tageslichtes auch zu erhalten ist. In manchen Fällen kann es auch zweckmäßig sein, die Lampe in den Focus einer Zerstreuungslinse zu stellen, um ihre Lichtstrahlen in eine parallele Lage zu bringen, und diese nun durch einen Planspiegel in den Beleuchtungsapparat des Mikroskopes zu werfen, oder auch, wenn das Mikroskop horizontal gestellt werden kann, direct auf das Object auffallen zu lassen. Auch können diese Parallelstrahlen durch eine zweite Sammellinse zu einem Focus gesammelt werden, wodurch man freilich gewöhnlich in Hinsicht auf Schärfe des Bildes nichts gewinnt.

Vielleicht besser, als für durchsichtige Objecte, paßt das künstliche Licht zur Beleuchtung opaker, grell gefärbter Objecte, z. B. mit rother Masse injicirter Gefäße thierischer Theile bei Anwendung schwacher Vergrößerungen. Hierbei ist es am bequemsten, dem Mikroskope eine horizontale Lage zu geben, und die Lampe seitwärts vom Objecte und in seiner Nähe so aufzustellen, daß das Licht nur auf das Object, aber nicht in's Mikroskop fallen kann; hierbei ist es nicht unzweckmäßig, um das Licht vom Objective desto sicherer abzuhalten, auf dieses eine vorn offene Röhre aufzustecken. Als besonders passend wegen seiner steten, nicht flackernden Flamme und wegen sehr intensiven Lichtes empfiehlt Goring (Micr. illustr.,

p. 202) ein Binsenlicht, welches Fabricat freilich bei uns zu Lande nicht existirt. Daß das Licht auch durch eine Convexlinse oder durch gekrümmte Spiegel concentrirt werden kann, versteht sich von selbst. Als Beleuchtungslinse empfiehlt Goring zu diesem Zwecke eine planconvexe, mit der convexen Seite gegen das Object gewendete Linse von 1½″ Focus (Fig. 72 r), vor welche auf der vom Objecte angewendeten Seite noch eine doppeltconvexe Linse von gleichem Focus geschraubt wird; dabei soll die Entfernung des Lichtes von der Linse der der Linse vom Objecte gleich sein und ebenfalls 1½″ betragen (**Micr. illustr.**, p. 205). Es versteht sich von selbst, daß das Object auf einen schwarzen Grund gelegt wird. Auf die Röhre des Mikroskopes muß ein großer geschwärzter Schirm aufgesteckt werden, um dem Auge den Anblick der beleuchtenden Lampe zu entziehen.

Wenn man sich nun dahin aussprechen muß, daß die Beleuchtung mittelst Lampenlichtes im Gegensatze gegen die mit Tageslicht für den mikroskopischen Beobachter von sehr untergeordnetem Werthe ist und nur in seltnen Fällen mit einigem Vortheile angewendet werden kann, so muß man auch den Vorschlag von Brewster, monochromatisches Licht zur Beleuchtung zu verwenden, wenigstens bei der gegenwärtigen Lage der Sache, für völlig unpractisch erklären. Der Gedanke, homogenes Licht zur Beleuchtung zu verwenden und damit jede chromatische Aberration des Mikroskopes unmöglich zu machen, folglich mit nicht achromatischen Mikroskopen ein eben so scharfes Bild zu erhalten, wie mit einem achromatischen und bei dem letztern auch das secundäre Spectrum zu entfernen, war gewiß, wenn wir die Sache vom theoretischen Standpuncte aus betrachten, ein glücklicher; allein bis jetzt entbehrt er noch gänzlich der practischen Anwendbarkeit, selbst wenn ein Mittel gefun=

den würde, auf eine leichte Weise ein intensives homogenes Licht zu erhalten.

Drittes Capitel.

Die mikrometrische Messung.

In sehr vielen Fällen tritt das Bedürfniß ein, die Größe der dur'ch Mikroskop untersuchten Körper genau zu messen. Die zu diesem Zweck dienenden Vorrichtungen werden Mikrometer genannt. Die Genauigkeit, welche bei diesen durch das mikroskopische Sehen vermittelten Messungen erreichbar ist, nimmt natürlicherweise mit der Stärke der angewendeten Vergrößerung zu; sie erreicht jedoch auch bei Anwendung der stärksten Mikroskope niemals jenen hohen Grad, welcher bei der Messung größerer und fester Körper durch mechanische Mittel erreichbar ist. Der Grund liegt theils darin, daß mit der steigenden Vergrößerung die Umrisse des mikroskopischen Bildes an Schärfe verlieren und dadurch eine Unsicherheit in dem genauen Aneinanderlegen der Ränder des mikroskopischen Bildes und des Meßapparates veranlaßt wird, eine Unsicherheit, welche noch bei manchen Messungsmethoden durch Lichtbeugungserscheinungen bedeutend vermehrt wird, theils darin, daß überhaupt durch unsere Mikroskope so geringe Größen, wie sie bei festen Körpern durch Hülfe von Wasserwagen, Fühlhebeln und dergl. erkannt werden können, nicht mehr sichtbar zu machen sind.

Viele der in Gebrauch gekommenen mikrometischen Messungsmethoden sind weit entfernt, sich der äußersten dem mikroskopischen Sehen noch zugänglichen Genauigkeitsgrenze auch nur entfernt zu nähern,

haben dagegen den Vortheil, leicht und schnell anwendbar zu sein.

Diejenigen Mikrographen, welche sich auf die Anwendung solcher Methoden beschränken, führen zu Gunsten ihres Verfahrens an, daß eine sehr weite gehende Genauigkeit bei den meisten mikrometrischen Messungen überhaupt nicht nöthig sei, da es sich meistens um Größenbestimmung organischer Gebilde handele, deren Dimensionen so großen Schwankungen unterworfen seien, daß die in den Messungsmethoden begründete Unsicherheit gegen dieselben als unbedeutend erscheinen müsse. Es ist dieses allerdings für eine große Zahl von Fällen zuzugeben, allein hiemit ist die Entbehrlichkeit von Messungsmethoden und Apparaten, welche eine nur durch die Grenzen des mikroskopischen Sehens beschränkte Genauigkeit gewähreu, noch nicht bewiesen. Es ist allerdings vollkommen gleichgültig, ob man den Durchmesser eines größeren organischen Gebildes z. B. eines Pollenkerns auf $\frac{1}{8000}$ Millimeter richtig mißt, oder nicht, und es tritt hiebei derselbe Fall ein, wie bei der Messung eines Menschen, bei welchem es auch keinen Zweck hätte, einen Meßapparat anzuwenden, welcher eine bis auf Hundertel einer Linie genaue Größenbestimmung erlaubt; allein je ausgedehntere Anwendung die mikrometrischen Messungen finden, desto häufiger kommen die Fälle vor, in welchen eine möglichst weit gehende Genauigkeit Bedürfniß wird, indem nicht selten mikrometrische Messungen die Basis wichtiger physiologischer Gesetze bilden. So haben z. B. H a r t i n g und M o h l durch die Messung der Größe der Holzzellen, der Dicke ihrer Wandungen, des Durchmessers ihrer Höhlung und der Veränderung dieser verschiedenen Dimensionen in den verschiedenen Lebensperioden der Zelle die Lehre von der Reihenfolge, in welcher die Ablagerung der ausgebildeten

Schichten auf der Zellwandung erfolgt und die Lehre vom Dickewachsthum des Holzes der Dicotylen fester, als bisher, zu begründen gesucht. In allen solchen Fällen handelt es sich freilich nicht um absolute Genauigkeit der einzelnen Messung (eine solche ist überhaupt und unter allen Umständen eine Unmöglichkeit), sondern um eine aus einer Reihe von Messungen abzuleitende Mittelzahl; in solchen Fällen, in welchen wichtige Gesetze von der Größe der erhaltenen Mittelzahl abhängen, muß man, um ein der Wahrheit sich hinreichend annäherndes Resultat zu erhalten, schon bei jeder einzelnen Messung die höchste zu erreichende Genauigkeit zu erlangen suchen, um den wahrscheinlichen Fehler des Gesammtresultates auf eine unbedeutende Größe herabzubringen. Wo es sich um große Genauigkeit handelt, bin ich gewöhnt, auch mit dem besten Meßapparate nicht unter 10 Messungen zu machen und aus diesen das Mittel zu ziehen.

Das einfache Mikroskop eignet sich zu mikrometrischen Messungen weit weniger, als das zusammengesetzte, weßhalb die Messungsmethoden, bei welchen jenes angewendet wird, nur kurz angedeutet werden können.

Die am früheſten angewendete Methode bestand darin, mit dem Objecte kleine Körper von bekanntem Durchmesser (z. B. nach Jurin kleine Drahtstückchen) unter das Mikroskop zu bringen und den Durchmesser des ersteren mit dem letzteren zu vergleichen. Diese Methode, welche nur eine sehr oberflächliche Schätzung zuläßt, ist natürlicherweise ganz ungeeignet, ein auch nur einigermaßen zuverlässiges Resultat zu gewähren; es ist daher auch gänzlich überflüssig, die von Brewster (treatis, on the microsc., 125) vorgeschlagene Liste von solchen Vergleichungsobjecten (Wollhaare, Sporen von Lycopodium und dergl.) mitzutheilen, um so mehr, da solche organische Körper

als Maßstab völlig unbrauchbar sind, da sie selbst keine constante Größe besitzen.

Ein weit genaueres Resultat erhält man, wenn man das Object auf einen Glasmikrometer auflegt und durch das Mikroskop abzählt, wie vielen Abtheilungen und Bruchtheilen derselben das Object entspricht. Diese Methode ist, wenn es sich um sehr kleine Objecte, handelt z. B. kleine Kügelchen, die in einer Flüssigkeit schwimmen und die bei ihrer geringen Dicke zugleich mit den Strichen des Mikrometers gesehen werden können, gar nicht zu verachten, namentlich in dem Falle, wenn dieselben so klein sind, daß sie eine Molecularbewegung zeigen, in welchem Falle die meisten übrigen Messungsmethoden gar keine Anwendung finden können, indem sie eine feste Lage des Objectes voraussetzen. Die Genauigkeit dieser Messungsmethoden geht ziemlich weit; da nämlich Glasmikrometer eine ziemlich feine Theilung z. B. in fünfhundertel Millimetet zulassen, und man noch die Hälfte oder ein Drittheil dieser Größe schätzen kann, so kann man noch mit erträglicher Sicherheit auf $\frac{1}{1000}$ Millimeter messen. Hat dagegen das Object eine nur etwas bedeutende Dicke, so kann dasselbe mit einem einfachen Mikroskope von kurzer Brennweite nicht mehr zugleich mit der Theilung des Mikrometers scharf gesehen werden, und man ist genöthigt, schwache Linsen und weniger fein getheilte Mikrometer zu gebrauchen, wobei natürlicherweise die Genauigkeit der Messung sehr bedeutend abnimmt.

Eine weit bessere, aber mit Anstrengung des Auges verbundene Anwendung des Glasmikrometers beruht darauf, daß man denselben als Object benützt, und während man ihn durch das Mikroskop mit dem einen Auge betrachtet, mit dem andern Auge einen beliebigen, neben dem Mikroskope liegenden Maßstab in's Auge faßt. Man erwirbt sich bald die

Fertigkeit, die mit beiden Augen gesehenen Bilder zu gleicher Zeit und scheinbar übereinanderliegend zu sehen und kann nun durch Abzählung der Striche des Glasmikrometers auf dem Maßstabe bestimmen, wie viele Zolle und Linien des Maßstabes einer bestimmten, durch das Mikroskop gesehenen Größe entsprechen. Wenn man alsdann statt des Mikrometers das zu messende Object unter das Mikroskop legt und das Bild desselben auf den Maßstab projicirt, so kann man mit Hülfe der vorher vorgenommenen Bestimmung des Werthes der Abtheilungen des Maßstabes den Durchmesser des Objectes ausmitteln.

Da diese Methode des Doppeltsehens immer mit Schwierigkeiten verbunden ist, und, wenn sie genau ausgeführt werden soll, viele Sorgfalt und Uebung erfordert, und da eine Verschiebung des Bildes auf dem Maßstabe in Folge einer Bewegung der Augen große Fehler veranlaßt, so hat die Methode, nach welcher man durch dasselbe Auge zu gleicher Zeit das vergrößerte Object und die als Maßstab dienende Scale sieht, bedeutende Vorzüge. Zu diesem Behufe gab Wollaston (philos. trans. 1813, p. 119. **Brewster, treat. on the microsc.**, 127) ein scharfsinnig ausgedachtes Instrument an; dasselbe beruht auf der Anwendung einer Vergrößerungslinse von sehr geringem Durchmesser, in deren Fassung in so geringer Entfernung vom Centrum der Linse eine kleine Oeffnung gebohrt ist, daß das Auge zu gleicher Zeit durch die Linse auf das Object und durch die Oeffnung der Fassung auf eine hinter dem Objecte liegende Scale sehen kann, wobei natürlicherweise im Auge das Bild des Objectes und der Scale übereinander fallen. Die Einrichtung, welche Wollaston dem Instrumente gab, war folgende. Die Vergrößerungslinse hatte etwa $\frac{1}{12}''$ Brennweite. Die Oeffnung in ihrer Fassung stand vom Centrum der Linse

etwa $\frac{1}{25}$" ab. Die Linse wurde in das eine Ende a einer Metallröhre eingesetzt, die nach Art eines Zugfernrohres aus drei, sich ineinanderschiebenden Stücken bestand (Fig. 174). In das entgegengesetzte Ende der Röhre war die Scale (Fig. 175) eingesetzt, welche aus parallelen Dräthen von etwa $\frac{1}{40}$" Durchmesser bestand, deren Enden im Querdurchmesser der Röhre so angeordnet waren, daß sie stufenweise in der Art vorstanden, daß immer 5 neben einanderliegende Drähte die Form eines Sägezahnes bildeten und der zehnte weiter als die übrigen vorstand. Unter der Linse befand sich ein Schieber b zur Aufnahme der Objecte. Vor dem Gebrauche des Instrumentes muß der Werth, welchen die durch die Dicke der Drähte angegebenen Abtheilungen der Scale bei einer gewissen Länge der Röhre besitzen, mit Genauigkeit ausgemittelt werden, was dadurch geschieht, daß ein Gegenstand von bestimmtem Durchmesser unter die Linse gebracht und die Röhre so lange ausgezogen wird, bis das vergrößerte Bild genau eine gewisse Zahl der Scalenabtheilungen deckt, worauf nun an der äußern Seite der Röhre die Stelle, bis zu welcher sie ausgezogen wurde, durch eine einzugravirende Linie für immer bezeichnet wird. Auf diese Weise mittelte Wollaston bei seinem Instrumente aus, daß eine Abtheilung der Scale $\frac{1}{1000}$ entsprach, wenn sie 16,6 Zoll von der Linse abstand; sie entsprach daher bei einem Abstand von 8,3 Zoll $\frac{1}{3000}$", und es konnten die dazwischenfallenden Brüche von $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{7000}$ u. s. w. durch Auftragen von Intervallen von 1,66 Zollen auf der äußern Seite der Röhre bestimmt werden. Als Object verwendete Wollaston einen Draht von reinem Golde, dessen Durchmesser er aus dem Gewichte einer bestimmten Länge des Drahtes und dem specifischen Gewichte des Goldes berechnete. Wollaston giebt den Rath, bei'm

Gebrauche des Instrumentes dasselbe immer so weit auszuziehen, bis das Bild mit einer bestimmten Zahl der Scalenabtheilungen zusammenfalle, indem es immer leichter sei, sich vom genauen Uebereinanderfallen der Bilder und der Scalenabtheilungen zu überzeugen, als Bruchtheile der letzteren zu bestimmen. Er fügt bei, daß die geringste Größe, welche die Graduction des Instrumentes angebe, kleiner sei, als die durch's Auge bei'm Ein- und Ausziehen der Röhre zu bestimmende Größe. Wenn z. B. das Object genau $\frac{1}{9900}$'' messe, so könne es $\frac{1}{10000}$'' oder $\frac{1}{9800}$'' groß erscheinen, in welchem Falle man über $\frac{1}{50}$ der ganzen Größe zweifelhaft bleibe; diese Differenz sei aber in Vergleichung mit der äußersten Theilung anderer Instrumente, deren Nominaleffect gleich sei, sehr gering. Es könne ein im Oculare eines zusammengesetzten Mikroskopes liegender Mikrometer $\frac{1}{10000}$'' angeben, allein es betrage bei demselben die nächste Abtheilung $\frac{2}{10000}$ oder $\frac{1}{5000}$'', und obgleich das Auge erkennen könne, daß die Wahrheit in der Mitte zwischen diesen beiden Zahlen liege, so gebe doch das Instrument innerhalb der Hälfte der größern Abtheilung kein Maß an. Diese Betrachtung ist unstreitig richtig; dennoch spricht sie nicht so unbedingt, als Wollaston glaubt, zu Gunsten seines Instrumentes und gegen die Anwendung von Glasmikrometern bei'm zusammengesetzten Mikroskope. Einmal stehen die optischen Leistungen der von Wollaston verwendeten Linse von $\frac{1}{12}$'' Focus und ebenso die von weit stärkeren Linsen, welche man etwa derselben substituiren könnte, weit unter den Leistungen des zusammengesetzten Mikroskopes, und es ist eine solche Linse ganz untauglich, um bei einer Menge von Objecten einzelne Theile, welche mikrometrisch gemessen werden sollen, auch nur erkennen zu lassen, weßhalb dieses Instrument ungeachtet seiner scheinbaren Genauigkeit

für eine Menge von Fällen gänzlich unbrauchbar ist. Zweitens ist sehr zu bezweifeln, ob sich die Scale nach der von Wollaston angegebenen Methode mit der nöthigen Genauigkeit ausführen läßt, indem man kein Mittel hat, sich von der völlig gleichmäßigen Entfernung der Drähte von einander vollkommen zu überzeugen. Ein hierin begangener Fehler macht allerdings im Resultate der Messung sehr wenig aus, er mag aber doch leicht größer sein, als die bei guten Glasmikrometern vorkommenden Fehler. Drittens läßt sich der Vortheil, welchen Wollaston durch Ausziehen der Röhren und durch das dadurch bewirkte Uebereinanderfallen des mikroskopischen Bildes mit einer bestimmten Zahl der Scalenabtheilungen erhält, auch bei dem in's Ocular eines zusammengesetzten Mikroskopes eingelegten Glasmikrometer erlangen, wenn man die Röhre des Mikroskopes zum Ausziehen einrichtet. Wenn man hienach auch den Werth des Mikrometers niederer, als es von seinem Erfinder geschehen ist, anschlagen muß, so muß doch jedenfalls zugegeben werden, daß sich in demselben der gleiche erfinderische Scharfsinn ausspricht, wie in allen andern von diesem begabten Manne angegebenen Instrumenten.

Ein Mikrometer von sehr eigenthümlicher Einrichtung, welcher ebensowohl bei den einfachen, als zusammengesetzten Mikroskope anwendbar ist, beschrieb **Dr.** Goring (**Micrograph. 52**).

Er besteht aus einer 6" langen, 1" weiten Röhre, an deren unterem Ende ein auf Perlmutter getheilter oder aus Haaren bestehender Mikrometer angebracht ist, und in deren oberem Ende eine verschiebbare achromatische Linse von $\frac{1}{2}$" Focus und $\frac{1}{4}$" Durchmesser sich befindet. Dieses soll für parallele Strahlen berechnet sein; ist man nicht im Besitze einer solchen, so kann man ein Mikroskopobjectiv an-

wenden, welches mit der convexen Seite gegen den Mikrometer gewendet wird. Diese Röhre wird unter den Objecttisch angeschraubt und die Linse so lange verschoben. Der Werth der Abtheilungen dieses mikroskopischen Mikrometerbildes wird mittelst eines andern Mikrometers, der als Object gebraucht wird, bestimmt. Das Zusammentreffen der Linien des Bildes mit denen des Mikrometers kann durch Verkürzung und Verlängerung der Röhre, an deren unterem Ende der Perlmutter-Mikrometer sich befindet, bewirkt werden: den Werth dieses Mikrometers hoch anzuschlagen, ist nicht am Platze. Zu seinen Gunsten kann allerdings angeführt werden, daß er nicht nur bei'm zusammengesetzten, sondern auch bei'm einfachen Mikroskope, bei welchem genaue Meßapparate so schwer anzubringen sind, Anwendung finden kann; dagegen leidet er an zwei Fehlern, welche seinen Werth außerordentlich vermindern. Einmal verlaufen die Linien desselben unter dem Objecte und können nur bei ziemlich durchsichtigen Objecten als Streifen, die durch das Bild des Objectes durchlaufen, gesehen werden, verschwinden dagegen im Bilde wenig durchsichtiger Objecte völlig; es taugt daher dieser Mikrometer zur Messung einzelner Theile eines zusammengesetzten Objectes nicht besonders gut. Zweitens werden die Linien des Mikrometers nicht mit der nöthigen Schärfe gesehen, um bei der Messung eine große Genauigkeit zuzulassen; wenigstens war das der Fall, als sich Mohl versuchsweise einen solchen Apparat construirte, bei welchen er sich zur Entwerfung des Mikrometerbildes sowohl des Dujardin'schen Apparates, als auch Fraunhofer'scher Mikroskopobjective bediente.

Die bei'm zusammengesetzten Mikroskope gebrauchten Mikrometer beruhen auf sehr verschiedenen Principien.

Die schärfste Messnng würde man ohne Zweifel durch solche Vorrichtungen erhalten, durch welche das durch das Mikroskop gesehene Bild des Objectes auf analoge Weise, wie bei dem Heliometer, in zwei verschiebbare Bilder getrennt werden könnte, und durch welche man die Verschiebung vom völligen Uebereinanderfallen beider Bilder bis zur Berührung ihrer Ränder messen würde. Eine solche Vorrichtung besitzt der Dollond'sche Wollmesser; bei Mikroskopen, welche zu wissenschaftlichen Untersuchungen bestimmt sind, waren sie noch nie getroffen worden, und mehren Versuchen zu Folge, welche Mohl mit einem Dollond'schen, an einem Mikroskope befestigten Apparate anstellte, ist er leider nur zu Messung weniger Objecte tauglich, nämlich nur zur Messung isolirter Gegenstände. Die getrennten Bilder von einzelnen Körpern sieht man hinreichend scharf auf dem gleichförmig beleuchteten Gesichtsfelde des Mikroskops, um mit aller nur wünschbaren Genauigkeit ihre Ränder in Berührung bringen zu können. Um den Durchmesser von isolirten Fasern, Körnchen und dergl. in voller Schärfe zu messen, wären Vorrichtungen dieser Art wohl allen andern vorzuziehen. Wo man dagegen den Durchmesser einzelner Theile eines zusammenhängenden Ganzen bestimmen will, z. B. den Durchmesser von Gefäßen auf dem Längenschnitte eines Stammes, so sind diese Apparate völlig unbrauchbar, indem durch das Uebereinanderschieben der verschiedenen Theile des ausgedehnten Bildes jedes deutliche Sehen unmöglich wird.

Der Hauptvorzug, welchen die auf der Trennuug des Bildes beruhenden Mikrometer vor allen andern noch angeführten besitzen, beruht darauf, daß die Ränder des getrennten Bildes mit einander in Berührung gebracht werden können, ohne daß eine durch Lichtbeugung veranlaßte Unsicherheit Statt findet.

Ein zweiter wesentlicher Vortheil, auf welchen Steinheil (Münchener gelehrte Anzeigen V. 1027) aufmerksam machte, besteht darin, daß dieser Mikrometer und zwar er allein uns in den Stand setzt, Körper, die in Bewegung sind z. B. Infusionsthiere, genau zu messen, indem bei Instrumenten dieser Art die Bewegung des mikroskopischen Bildes oder vielmehr der beiden getrennten Bilder, welche eine gemeinschaftliche Bewegung haben, uns nicht hindern würde, die Einstellung so genau, wie bei einem ruhigen Bilde, vorzunehmen.

Die Ausführung dieses Mikrometers kann auf verschiedene Weise geschehen.

Es wird eine Linse von großer (gleichgültig ob von positiver oder negativer) Brennweite, welche in der Mitte zerschnitten ist, rechtwinklich auf die Achse des Mikroskopes zwischen dem Objective und dem Objecte, oder im Innern der Röhre zwischen dem Objective und dem Oculare angebracht. Durch Verschiebung der beiden Hälften des Glases wird die Trennung der Bilder bewirkt und die Größe der Verschiebung durch eine an der Fassung des Glases angebrachte Scale, oder besser durch eine Mikrometerschraube bestimmt. Dollond brachte bei seinem Wollenmesser die (concave) Linse vor dem Objective an; dieses wäre bei'm Gebrauche starker Objective aus Mangel an Raum unzuläßig; es wäre daher besser, die Linse im Innern des Instrumentes anzubringen.

Eine andere Art, denselben Zweck zu erreichen, welche aber unsres Wissens noch nicht praktisch ausgeführt wurde und deren erste Idee man, so viel bekannt ist, Clausen verdankt, besteht in der Anbringung eines zerschnittenen Planglases im Innern der Mikroskopröhre, dessen beide Hälften um eine horizontale, senkrecht auf die Schnittfläche gerichtete

Achse drehbar sind. Die Drehung der einen Hälfte des Glases würde eine Ablenkung der durch diese Glashälfte zum Oculare gehenden Lichtstrahlen bewirken, welche desto stärker wäre, je dicker die angewendete Glasplatte wäre. Der Winkel, um welchen die eine Hälfte des Glases gegen die andere gedreht würde, müßte an einem Kreise abgelesen werden. Inwieferne diese Vorrichtung der vorhin beschriebenen gleichgesetzt werden muß, oder bestimmte Vorzüge oder Nachtheile gegen dieselbe hat, muß erst die Erfahrung nachweisen.

Der Einzige, welcher bis jetzt die Genauigkeit der mit einem Dollond'schen Wollenmesser angestellten mikroskopischen Messungen geprüft hat, ist Harting (**Recherch. micrométriques, p.** 32); nach dieser Prüfung würde die mit diesem Instrumente zu erreichende Genauigkeit eine sehr mäßige sein, indem bei der Messung eines einen halben Millimeter langen Stückes eines Glasmikrometers der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus 10 Messungen $\frac{1}{2030}$ Millimeter, der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messungen $\frac{1}{148}$ Millimeter und die größte Differenz der Messungen $\frac{1}{198}$ Millimeter betrug, während die entsprechenden Zahlen bei der Messung des gleichen Gegenstandes mit dem Schraubenmikrometer nur $\frac{1}{4850}$, $\frac{1}{1502}$ und $\frac{1}{300}$ betrugen. Dieser geringere Grad von Genauigkeit ist jedoch wahrscheinlicherweise nicht in der Messungsmethode, sondern in der unvollkommenen Beschaffenheit des Dollond'schen Wollenmessers begründet, welcher ein nicht achromatisches Objectiv besitzt und deßhalb ungeachtet seiner schwachen Vergrößerung kein scharf begrenztes Bild giebt, und dessen mikrometrischer Apparat auch nicht mit der Sorgfalt gearbeitet ist, mit welcher ein zu genauen Messungen tauglicher Apparat ausgeführt sein muß. Das ungünstige Resultat dieser Probemessungen kann daher

nichts gegen das den angeführten Mikrometern zu Grunde liegende Princip beweisen.

Eine zweite, sehr häufig angewendete Methode der Messung beruht auf der Anwendung des Glasmikrometers, welcher im Grunde nichts Anderes, als ein sehr fein getheilter Maßstab von Glas ist.

Ueber die Sicherheit, welche die Anwendung dieses Werkzeuges gewährt, sind die Ansichten sehr verschieden: so hat z. B. Schleiden (Grundzüge der wissenschaftl. Botanik I. S. 132) mancherlei Einwendungen gegen dasselbe gemacht, nach welchen, wenn sie gegründet wären, dieses Instrument für ziemlich unbrauchbar erklärt werden müßte, während Vogel (Anleitung zum Gebrauch des Mikroskopes) die Messungen mittelst desselben für eben so sicher, als die mittelst des Schraubenmikrometers hält. Hier liegt die Wahrheit in der Mitte.

Schleiden wendet gegen den Glasmikrometer ein, daß die mit dem Diamanten gezogenen Striche nicht gleichförmig, sondern ausgesprungen seien, weßhalb die Abtheilungen von ungleicher Breite werden. Das Aussplittern der Linien findet allerdings häufig Statt, besonders wenn der Diamant den Strich mehr einschneidet, als ausschabt; es fehlt aber bei gut ausgefallenen Mikrometern gänzlich, oder ist auf so wenige Stellen beschränkt, daß es in der That als ein kaum zu beachtender Fehler erscheint. Weit wichtiger ist die Einwendung, daß auf die Glasmikrometer, da sie mit einer Schraubentheilmaschine verfertigt werden, alle Unvollkommenheiten der Schrauben übergetragen seien, daß man daher bei ihrem Gebrauche nicht bloß die Fehler erhalte, welche man in Folge der unvollkommenen Form ihrer Striche begehe, sondern noch dazu die Fehler der Theilungsmaschine. Hieran ist allerdings etwas Wahres, aber so schlimm, wie Schleiden die Sache darstellt, ist sie nicht ent=

fernt. Die Glasmikrometer sind allerdings mittelst einer Mikrometerschraube getheilt, und es ist unbedingt zuzugeben, daß diese Schraube nicht vollkommen gleichförmig sein wird; allein diese Fehler sind höchst unbedeutend, denn die Theilungsmaschine eines guten mechanischen Instrumentes gehört zu den Werkzeugen, auf deren Verfertigung die größte Sorgfalt verwendet wird, und wenn man eine solche, mit Solidität gearbeitete Maschine mit einem Schraubenmikrometer, wie er an den Mikroskopen sich befindet, in Parallele stellt, so thut man ihr in der That Unrecht. Hiezu kommt noch, daß die Genauigkeit, mit welcher man mittelst einer Theilungsmaschine theilt, und die Genauigkeit, mit welcher man mittelst eines Schraubenmikrometers mißt, auch bei beiden Vorrichtungen die gleiche mechanische Vollendung vorausgesetzt, nicht mit einander zu vergleichen sind, indem es unendlich leichter ist, bei'm Einstellen der Theilungsmaschine der Schraube mittelst ihres getheilten Kreises die richtige Stellung zu geben, als bei der Messung mit dem Schraubenmikrometer den Spinnenfaden genau mit dem einen und dann mit dem andern Rande des Bildes in Berührung zu bringen. Wir können uns unter diesen Umständen darüber, daß es möglich ist, die Glasmikrometer mit einer für die meisten mit denselben anzustellenden Messungen hinreichenden Genauigkeit zu verfertigen, vollkommen beruhigen; auch hat die Erfahrung diese Möglichkeit längst nachgewiesen: so war z. B. Fraunhofer sicher, daß bei den von ihm getheilten Mikrometern die Zwischenräume zwischen je zwei Linien nicht um $\frac{1}{100}$ ihrer eigenen Größe verschieden waren. Es fand sich auch bei wiederholten Messungen von Fraunhofer'schen und Plössl'schen Mikrometern mittelst des Schraubenmikrometers, daß dieselben mit vollkommen ausreichender Genauigkeit verfertigt waren; gleiches Lob kann man einigen Oberhäuser'schen nicht ertheilen.

Bei der Prüfung eines Glasmikrometers ist es jedoch nicht hinreichend, sich davon zu überzeugen, daß die Linien in gleichen Entfernungen von einander stehen, sondern man muß auch untersuchen, ob die Linien um die vom Mechaniker angegebene Weite von einander abstehen. In dieser Beziehung erlauben sich die Verfertiger gern kleine Abweichungen, wenn ihre Theilmaschine auf eine bequemere Weise die Theilung nach einer der verlangten nahe stehenden Größe zugiebt.

In Hinsicht auf die Richtigkeit des Maßes, nach welchem die Glasmikrometer von den Mechanikern getheilt werden, und auf die Gleichförmigkeit der Theilung hat Harting eine Vergleichung von Glasmikrometern vorgenommen, welche von Oberhäuser, Chevalier, Dollond und Plössl verfertigt waren (**Rech. micrométr. p.4**), aus welcher leider hervorging, daß dieselben mit sehr wenig Zuverlässigkeit verfertigt waren, indem das Maß, nach welchem sie verfertigt waren, ungeachtet es nominell das gleiche war, sehr bedeutende Differenzen zeigte, (so wie auch das Gleiche sich bei Vergleichung der von den Mechanikern angegebenen Größe eines Schraubenumganges ihrer Schraubenmikrometer zeigte). Wie groß diese Differenzen sind, erhellt aus folgender Uebersicht der von Harting verglichenen Mikrometer, in welcher der relative Werth, den eine nominell gleiche Abtheilung derselben besitzt, angegeben ist.

Schraubenmikrometer von Schiek . .	1,000.
Glasmikrom. von Oberhäuser . .	1,024.
Schraubenm. von Powel . . .	1,032.
Glasmikrom. von Chevalier . .	1,034.
Glasmikrom. von Dollond . .	1,046.
Schraubenmikrom. von Plössl . .	1,057.
Glasmikrom. von Plössl . . .	1,127.

Diese Uebersicht über die Differenzen in der Größe der gebrauchten Maßstäbe wirft ein sehr be-

trübendes Licht auf die Zuverlässigkeit der meisten bisher publicirten mikrometrischen Messungen hinsichtlich der absoluten durch dieselben erhaltenen Größenbestimmungen, indem es den meisten Mikrographen nicht entfernt in den Sinn kam, ihre Mikrometer einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Es fragt sich nun, wie kann man bestimmen, ob ein Glasmikrometer nach dem Maße, welches ihm zu Grunde gelegt ist, getheilt sei, oder ob und um wie viel seine Theilung von demselben abweiche. Hiefür weiß ich kein besseres Mittel, als genaue und wiederholte Messungen desselben mittelst eines Schraubenmikrometers, bei welchem man den Werth der Schraubenumgänge genau kennt.

Noch schlimmer steht es, den Messungen Harting's zu Folge, mit der Gleichförmigkeit der Theilung der von ihm untersuchten Glasmikrometer. Bei einem Mikrometer von Oberhäuser verglich Harting zwei Abtheiluugenvon 0,05 Millim., welche in Hinsicht auf ihre Größe am verschiedensten waren; die Differenz betrug $\frac{1}{500}$ Millim. ($\frac{1}{25}$ der gemessenen Größe). Bei einem Mikrometer von Chevalier fand Harting die äußerste Differenz des mittleren Werthes von 0,01 Millimeter zu $\frac{1}{1316}$ Millimeter, also zu $\frac{1}{13}$ der verglichenen Abtheilungen. Bei Vergleichung der beiden an den Enden der Scale gelegenen 0,05 Millimeter großen Abtheilungen zeigte sich eine Differenz von $\frac{1}{270}$ Millim. Bei einem in 500tel Zolle getheilten Mikrometer von Plössl stieg die Differenz auf $\frac{1}{10}$ der Größe dieser Abtheilungen. Solche Ungenauigkeiten in der Theilung, wie sie hier sich herausstellen, sind nnverzeihlich; sie beruhen gewiß weniger auf Mangelhaftigkeit der verwendeten Theilmaschine, als auf Nachlässigkeit. Absolute Richtigkeit der Theilung ist natürlicherweise eine völlige Unmöglichkeit, und es gehört allerdings große Aufmerksamkeit dazu, Fehler zu vermeiden; auch läßt sich, wenn ein Fehler in der Einstellung der Theilmaschine

begangen wurde, derselbe nicht mehr verbessern, indem man die Mikrometerschraube derselben, wenn sie zu weit vorgeschraubt wurde, nicht mehr zurückdrehen darf; allein so große Fehler, wie sie die obigen Messungen zeigen, lassen sich vermeiden, und ein gewissenhafter Mechaniker sollte einen Mikrometer, bei dessen Theilung er solche Fehler begangen hat, wegwerfen. Zum Beweise, daß sich die Genauigkeit viel weiter treiben läßt, soll hier angeführt werden, daß an einem von Merz verfertigten, in 50tel Linien getheilten Mikrometer drei Abtheilungen gemessen wurden, und daß der Unterschied der größten nnd kleinsten Abtheilung $\frac{1}{5555}$ Millim. betrug.

Die Prüfung der Glasmikrometer auf Gleichförmigkeit ihrer Theilung wird am besten mittelst des Schraubenmikrometers vorgenommen. Die Methode von Ettinghausen, den Mikrometer unter dem zusammengesetzten Mikroskope zu verschieben und zu untersuchen, ob in das Gesichtsfeld des letzteren immer eine gleiche Anzahl von Abtheilungen des Mikrometers fällt, ist allerdings die weit kürzere und bequemere, aber zu genauer Untersuchung des Mikrometers nicht ausreichend; die Fehler müßten sehr groß sein, wenn sie auf diese Weise deutlich erkennbar wären.

Abgesehen von der Richtigkeit der Theilung hat man bei Glasmikrometern auch die Art, wie die Linien mit dem Diamanten eingeschnitten sind, zu beobachten. Am gleichförmigsten werden dieselben, wenn der Diamantsplitter, mit welchem die Linien gezogen werden, sich nicht in eine vollkommen scharfe Spitze endigt, sondern ein sehr abgerundetes, aber scharfschneidendes Ende hat; in diesem Falle zieht der Diamant etwas breite, der Länge nach fein gestreifte und am Rande scharf begrenzte Linien, während er im ersteren Falle allerdings schmälere Linien zieht, die

aber leicht am Rande aussplittern. Mikrometer mit solchen breiten Linien, wie sie z. B. Plössl sehr schön verfertigt, eignen sich vortrefflich, um in's Ocular eingelegt zu werden, indem sie hier nur durch die schwach vergrößernde Ocularlinse gesehen werden, ihre Striche daher noch hinreichend schmal erscheinen und doch deutlich sind. Bei sehr weitläufiger Theilung ziehe ich für diese Anwendung des Mikrometers wegen der Deutlichkeit, mit der die Striche gesehen werden, den mit dem Diamant geschnittenen solche vor, bei welchen die Linien mit Flußsäure eingeätzt sind. Wenn dagegen ein Mikrometer als Object gebraucht und daher stark vergrößert gesehen wird, so können seine Linien nicht schmal genug sein. Man giebt häufig den Rath, um die Linien deutlich zu sehen, soll man feingepülverten Graphit in dieselbe einreiben; man findet dieses nicht praktisch und muß jedenfalls den Rath geben, dabei sehr vorsichtig zu sein, denn wenn man, nach dem Rathe der englischen Mikrographen, den Graphit mit einem Stückchen harten Holzes einzureiben suchte, so kann man den Mikrometer gründlich verderben.

Den Besitz gleichförmig getheilter und in Hinsicht auf den Werth ihrer Theilung untersuchter Glasmikrometer vorausgesetzt, so giebt es mehre wesentlich verschiedene Methoden, um sie zur Messung zu verwenden.

Die einfachste besteht im Auflegen des Objectes auf den Mikrometer selbst, und gleichzeitige Betrachtung beider durch das Mikroskop. Da diese Methode bei Anwendung des zusammengesetzten Mikroskopes ganz dieselbe ist, wie bei'm Gebrauche des einfachen Mikroskopes, so wird auf das oben über dieselbe Gesagte verwiesen.

Die zweite Benützungsweise des Glasmikrometers beruht darauf, daß man denselben auf die Blen=

dung des Oculares auflegt und den Werth seiner Theilung dadurch bestimmt, daß man, während der Mikrometer im Oculare liegt, einen zweiten Glasmikrometer von bekannter Eintheilung durch das Mikroskop betrachtet und abzählt, wie viele Striche des ersteren Mikrometers zwischen zwei oder mehre des letzteren fallen. Wenn man nun, während der erstere Mikrometer im Oculare liegt, ein Object durch das Mikroskop betrachtet, so sieht man den durch den Mikrometer gebildeten Maßstab über dem mikroskopischen Bilde und kann somit leicht die Größe des Objectes bestimmen. Diese Methode scheint auf den ersten Anblick eine weit größere Genauigkeit zuzulassen, als man bei der wirklichen Messung mit derselben erreicht. Man erhält nämlich bei der Anwendung von nicht sehr fein getheilten Mikrometern bereits sehr weit gehende Theilungen; wenn z. B. in das Ocular 3 des Plössl'schen Mikroskopes bei'm Gebrauche der Objective 4, 5 und 6 ein in 60tel wiener Linien getheilter Mikrometer eingelegt wird, so entspricht der Zwischenraum zwischen zwei Mikrometerstrichen einem $\frac{1}{800}$ Millim. großen Theile des Objectes. Da man nun gar wohl noch feiner getheilte Mikrometer anwenden kann, so könnte man vermuthen, daß die Messung mittelst dieser Methode eine noch viel weiter gehende Genauigkeit zulasse; allein bei der Ausführung von Messungen findet man allerlei Schwierigkeiten.

Der eine, besonders bei der Messung kleiner Objecte sehr störende Uebelstand ist der, daß durch die Striche des Ocularmikrometers die Schärfe und Deutlichkeit des mikroskopischen Bildes in hohem Grade getrübt wird, und dieses natürlicherweise desto mehr, je feiner der Mikrometer getheilt ist. Aus diesem Grunde sind auch die gitterartig getheilten Mikrometer den leiterförmigen nachzusetzen. Diese Un=

deutlichkeit des Bildes macht es schwierig, zu beurtheilen, ob der Rand des Bildes genau mit einem Mikrometerstriche in Berührung ist, oder nicht, welche Unsicherheit noch dadurch vermehrt wird, daß die Diamantstriche auf den in's Ocular einzulegenden Mikrometern, um deutlich gesehen werden zu können, ziemlich stark sein müssen und deßhalb mit einer, ein genaues Einstellen störenden Breite gesehen werden.

Ein zweiter Uebelstand, welcher leicht bei nicht sehr durchsichtigen Objecten eintritt, ist der, daß man die Striche des Mikrometers nur mit Mühe, oder auch gar nicht mehr über dem Bilde des Objectes sieht. Man kann diesem am besten durch Anwendung stärkerer Oculare abhelfen, indem man durch diese die Mikrometerstriche deutlicher sieht, aber freilich mit Vermehrung der Undeutlichkeit des Bildes vom Objecte.

Ein dritter, übler Umstand ist der, daß man beinahe immer genöthigt ist, Bruchtheile einer Abtheilung des Mikrometers zu schätzen, da es ein seltener Zufall ist, wenn das Bild eine oder mehre ganze Abtheilungen des Mikrometers einnimmt. Eine solche Schätzung ist weit unsicherer, als man vermuthen sollte, und man begeht dabei weit größere Fehler, als man anfänglich für möglich hält. Mohl schätzte z. B., um durch eine genaue Messung die Schätzung controliren zu können, die Breite, welche die Striche eines 750 Millim. angebenden Mikrometers im Verhältniß zu den Zwischenräumen zu haben scheinen, und maß alsdann dieses Verhältniß mit dem Schraubenmikrometer; hierbei erstaunte man nicht wenig, $\frac{1}{7}$ zu erhalten, während sie zu $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ zu schätzen waren, und dennoch war diese Schätzung unter verhältnißmäßig günstigen Umständen vorgenommen, insofern der Mikrometer, indem er bloß durch die Ocularlinse gesehen wird, weit schärfer gesehen wird, als

das Bild des Objectes, bei welchem eine fehlerhafte Schätzung noch weit leichter eintritt. In Beziehung auf diesen Uebelstand hat man jedoch schon oben (S. 284) bei Betrachtung des Wollaston'schen Mikrometers bemerkt, daß derselbe nicht nothwendigerweise mit der Anwendung des Glasmikrometers verbunden ist, sondern daß er sich vermeiden läßt, wenn man den Mikrometer in einem Mikroskope anbringt, dessen Röhre verlängert und verkürzt werden kann.

Ungeachtet aller dieser Uebelstände lassen sich durch diese Messungsmethode sehr brauchbare Resultate erhalten, wenn man nicht eine sehr weit gehende Genauigkeit verlangt und die zu messenden Gegenstände nicht eine zu geringe Größe besitzen. Wendet man z. B. bei Messungen von Gegenständen, welche mehre 100tel Linien im Durchmesser haben, wie von Pollenkörnern, größeren Pflanzenzellen u. s. w., einen Mikrometer an, dessen Abtheilungen $\frac{1}{100}$ Linien entsprechen, so kann man mit hinreichender Sicherheit noch $\frac{1}{500}'''$ schätzen; wendet man bei kleineren Gegenständen feiner getheilte Mikrometer an, so kann man bis auf $\frac{1}{1000}'''$, selbst auf $\frac{1}{2000}'''$ direct messen und zur Noth, aber doch nur bei sehr günstigen Objecten und mit großer Unsicherheit, etwa noch die Hälfte dieser Größe schätzen.

Harting bemerkt mit Recht, daß bei dieser Messungsmethode die oben angeführte Ungleichheit in der Theilung der Mikrometer bis zum Unmerklichen verschwindet. Wenn er z. B. den Dollond'schen in 500tel Zoll getheilten Mikrometer in's Ocular lege, so entspreche eine Abtheilung desselben bei'm Gebrauche der stärksten Objective $\frac{1}{760}$ Millim. Wenn nun auch eine Abtheilung um $\frac{1}{7}$ dieser Größe fehlerhaft sei, so betrage dieses nur $\frac{1}{5260}$ Millim., welche Größe der Grenze des mikroskopischen Sehens schon äußerst nahe liege. Harting glaubt, daß man mit

fein getheilten Mikrometern auf diese Weise bis auf $\frac{1}{2500}$ Millim. direct messen könne, was aus den oben angeführten Gründen für eine nicht zu erreichende Genauigkeit zu halten ist, um so mehr, da man aus Erfahrung zu Genüge hat, wie schwer es ist, auf diese Weise auch nur auf $\frac{1}{1200}$ Millim. genau zu messen.

Der Umstand, daß die Striche des im Oculare liegenden Mikrometers nur undeutlich oder gar nicht mehr gesehen werden können, wenn das Object dunkel ist, gab wohl Veranlassung zur Erfindung des sogenannten **oculaire à vis de rappel** (Spitzenmikrometers), d. h. zur Anbringung von zwei Nadeln in der Blendung des Oculars, welche einander diametral gegenüber stehen und durch Schrauben bis zu Berührung ihrer Spitzen einander genähert werden können. Um den Durchmesser eines Gegenstandes zu messen, schraubt man die Spitzen so weit in's Ocular vor, daß sie die entgegengesetzten Seiten des Bildes berühren, legt nun statt des Objectes einen Glasmikrometer unter das Mikroskop, und zählt die zwischen den Spitzen liegenden Abtheilungen desselben. Diese Methode gewährt den entschiedenen Vortheil vor der Anwendung eines in das Ocular eingelegten Mikrometers, daß das Bild des Objectes vollkommen klar bleibt, und daß man die dunkeln Nadeln sehr scharf auch über einem niedern durchsichtigen Objecte sieht, daher einen einzelnen Theil desselben leichter, als mit dem Glasmikrometer messen kann; auf der andern Seite macht es aber große Schwierigkeiten, die Nadelspitzen genau auf den Rand des Objectes einzustellen, wenn dieselben nicht sehr spitzig zugeschliffen sind, indem wegen einer an der Nadel Statt findenden Beugung des Lichtes der Rand des Bildes vor derselben zurückweicht. Dieser Umstand, und ebenso die bei'm Ablesen des Mikrometers

eintretende Unsicherheit veranlaßt eine Unsicherheit von ungefähr $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{500}$ Millim. man kann daher diese Messungsmethode kaum mehr anwenden, wenn das Object kleiner, als $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{300}$ Millim. ist, weßhalb diese Methode bei Messung kleiner Körper unbedingt die schlechteste ist; dagegen ist sie bei Gegenständen von größerem Durchmesser bequem und hinreichend sicher.

Eine weitere Methode der Messung mittelst des Glasmikrometers beruht darauf, daß mit Hülfe des Sömmering'schen Spiegels oder einer analogen Vorrichtung von dem durch das Mikroskop betrachteten Gegenstande eine Zeichnung entworfen und alsdann nach derselben Vergrößerung das Bild eines Glasmikrometers auf die Zeichnung übertragen wird. Daß auf diese Weise mit großer Leichtigkeit eben sowohl die Vergrößerung des Mikroskopes, als die Größe des Objectes bestimmt wird, ist klar. Was jedoch die Genauigkeit der Messung betrifft, so ist dieser Methode zwar auf der einen Seite der Vortheil vor der Anwendung des im Oculare liegenden Mikrometers und des Spitzenoculares zuzuschreiben, daß man, wenn der Durchmesser des Objectes keine ganze Abtheilung des Mikrometers beträgt, den Bruchtheil auf der Zeichnung mittelst des Zirkels messen kann und nicht genöthigt ist, ihn bloß zu schätzen; auf der andern Seite leidet sie aber von der Unbequemlichkeit, daß das von dem Sömmering'schen Spiegel gesehene Bild, weil dasselbe auf einem halbbeleuchteten Papiere aufgefangen wird, nicht mit derselben Deutlichkeit, wie bei directer Betrachtung durch das Mikroskop, gesehen wird. Dieser Umstand ist, besonders bei Anwendung starker Vergrößerungen, einem genauen Nachzeichnen des Bildes hinderlich. Nimmt man noch hinzu, daß man bei'm Zeichnen selbst kleine Fehler begeht, so muß man den Werth dieser Methode

niedriger anschlagen, als man wohl anfänglich zu thun geneigt ist; auch zeigt sich bei Anwendung derselben, daß die Fehler, welche man begeht, bis auf $\frac{1}{1000}$''' steigen können; größere Fehler lassen sich dagegen leicht vermeiden. Im Ganzen genommen mag diese Methode in Hinsicht auf Genauigkeit mit der Anwendung im Oculare liegender Mikrometer übereinstimmen.

Eine weit größere Genauigkeit läßt die Methode zu, wenn man das im Sömmering'schen Spiegel sich zeigende Bild nicht auf Papier auffängt und nachzeichnet, sondern auf einen beliebigen Maßstab mit kleinen Abtheilungen (wozu man ganz gut eine Thermometerscale benutzen kann) auffallen läßt, nachdem man vorher den Werth der Abtheilungen des Maßstabes dadurch bestimmte, daß man das Bild eines Glasmikrometers auf demselben auffing. Man sieht die Striche des Maßstabes sehr scharf in dem mikroskopischen Bilde, es läßt daher diese Methode eine sehr genaue Messung zu. Wenn z. B. die Plössl'schen Objective 4 bis 6 angewendet werden, so entsprechen 4 Abtheilungen des von Mohl gebrauchten Maßstabes $\frac{1}{100}$ Millim.; die Striche geben daher unmittelbar $\frac{1}{400}$ Millim. an. Da sich nun mit hinreichender Sicherheit $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ einer Abtheilung des Maßstabes schätzen, oder mit dem Zirkel messen läßt, so geht diese Messung mit hinreichender Sicherheit bis auf $\frac{1}{2000}$ Millim. Durch Anwendung stärkerer Oculare, als Mohl bei seinem Spiegelapparate benutzte, ließe sich ohne Zweifel die Genauigkeit der Messung bei günstigen Objecten noch um ein Beträchtliches steigern. *) Harting hat für diese Messungs-

*) Profess. Harting macht in Beziehung auf diese Messungsmethode, bei welcher er die Größe des Bildes mittelst eines Zirkels maß, die sehr richtige Bemerkung, daß diese

methode, bei welcher er das Bild des Objectes nicht auf einer Scale auffing, sondern mit dem Zirkel maß, den wahrscheinlichen Fehler aus zwei Reihen von Probeobjecten berechnet. Das eine Mal maß er mit einer 740maligen Vergrößerung ein eingetrocknetes Blutkügelchen. Das Mittel aus 10 Messungen gab den Durchmesser des Bildes zu 6,3 Millim., das Mittel von 10 andern Messungen zu 6,24 Millim. an. Nach den erstern 10 Messungen wäre das Object $\frac{1}{14300}$ Millim. größer, als nach der zweiten Reihe der Messungen. Der größte Unterschied der einzelnen Messungen betrug in der ersten Reihe $\frac{1}{1850}$ Millim., in der zweiten, $\frac{1}{1480}$. Der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung beträgt in der ersten Reihe $\frac{1}{8700}$ Millim., in der zweiten Reihe $\frac{1}{6669}$. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus der ersten Reihe beträgt $\frac{1}{27500}$ Millim., bei der zweiten Reihe $\frac{1}{21300}$. Der wahrscheinliche Fehler aller Messungen zusammen beträgt $\frac{1}{34700}$ Millim. ($\frac{1}{295}$ des Durchmessers vom Objecte). Diese große Genauigkeit wurde bei einer Reihe von 10 Messungen von 0,05 Millimeter eines Glasmikrometers bei einer 369fachen Vergrößerung nicht erreicht. Der größte Unterschied der Messungen betrug $\frac{1}{526}$ Millim.; der wahrscheinliche Fehler des Mittels $\frac{1}{7812}$ Millim. ($\frac{1}{391}$ des

---

Methode ein desto genaueres Resultat gebe, je kleiner das zu messende Object und je stärker die angewendete Vergrößerung sei. Er fand z. B. bei wiederholten, bei einer 530maligen Vergrößerung angestellten Messungen einer 0,1 Millim. langen Strecke eines Glasmikrometers, daß die stärkste Abweichung zwischen den Messungen etwas kleiner als $\frac{1}{1500}$ Millim. war; hatte das Object einen Durchmesser von nur 0,01 Millim., so sank die Abweichung auf $\frac{1}{3000}$ Millim. Mit der Größe des Objectes und der dadurch nöthig werdenden Anwendung schwacher Vergrößerungen nehme dagegen der Fehler zu, so daß er bei einem Objecte von 1 Millim. Durchmesser und bei 100maliger Vergrößerung auf $\frac{1}{800}$ Millim. steige.

Objectes); der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messungen $\frac{1}{2730}$ Millim. Harting leitet die größere Genauigkeit der ersteren Messung mit Recht theils von der stärkeren Vergrößerung, theils von der geringeren Größe des Blides, welches mit dem Zirkel leichter genau zu messen war, ab.

Auf demselben Principe, das vergrößerte Bild auf einer Fläche aufzufangen, und mittelst eines Maßstabes zu messen, beruht das Verfahren von Harting (**Bullet. d. scienc. phys. en Neerlande,** 1839, p. 361.), welcher das durch ein Sonnenmikroskop (vergl. p. 238) erzeugte Bild auf einer matten Glastafel auffängt und seine Dimensionen mit dem Zirkel abmißt. Harting versichert (**Tydschrift voor natuurl. Gesch.** 1840, p. 169), daß er zum mindesten auf $\frac{1}{5000}$ Millim. sicher sein.

Harting hat in der neueren Zeit auch die Resultate der Messungen mit diesem Instrumente nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Er machte zwei Reihen von je 10 Messungen eines Blutkügelchens. Die Differenz zwischen den Mitteln beider Reihen betrug $\frac{1}{25000}$ Millim. Für die erste Reihe beträgt die größte Differenz zwischen den einzelnen Messungen $\frac{1}{1500}$ Millim., für die zweite $\frac{1}{1960}$. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels der ersten Reihe beträgt $\frac{1}{27000}$ Millim. ($\frac{1}{208}$ des Objectes), für die zweite Reihe $\frac{1}{22200}$ Millim. ($\frac{1}{170}$ des Objectes). Der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus allen Messungen $\frac{1}{36100}$ Millim. ($\frac{1}{248}$ des Objectes).

Es ist schon oben bei Betrachtung der für das einfache Mikroskop anwendbaren Messungsmethoden der Methade des Doppeltsehens, bei welcher mittelst des einen Auges in das Mikroskop, mittelst des andern Auges auf eine Scale oder ein Papier, auf welchem man das Bild mit einem Zirkel mißt, gesehen wird, Erwähnung gethan. Wir kommen hier

auf dieselbe zurück, weil diese Methode von Harting ebenfalls einer Berechnung unterworfen wurde und die Anführung von dieser bei Gelegenheit der vorhin genannten Probemessungen am schicklichsten Platz finden mag. Als absolut nothwendige Vorsichtsmaßregeln giebt Harting an: 1) man solle das Bild nicht auf eine Scale projiciren, sondern mit dem Zirkel messen; 2) während der Messung müssen die Augen völlig unbeweglich sein; 3) das Mikroskop müsse mit einem großen Objecttische versehen sein, um bei der Messung die Zirkelspitzen auf ihm aufsetzen zu können *); 4) auf dem Objecttisch müsse ein Papier aufgelegt werden, dessen Farbe so viel als möglich mit dem Gesichtsfelde übereinstimme, dann trete die Illusion, welche die Zirkelspitzen im Gesichtsfelde erscheinen lasse, leicht ein; 5) die Messungen müssen immer genau in der gleichen Entfernung vom Auge, welches die Zirkelspitzen beobachte, vorgenommen werden; daher müsse man immer die Objecte auf Glasplatten von gleicher Dicke auflegen, auch dürfe das auf dem Objecttische liegende Papier nicht in Hinsicht auf seine Dicke verschieden sein; 6) man müsse mit der größten Sorgfalt die angewendeten Vergrößerungen bestimmen.

Bei Probemessungen zeigte sich, daß die Genauigkeit mit der Vergrößerung des Mikroskopes und mit der Kleinheit der Objecte zunahm. Bei einer Vergrößerung von 579,3 wurde ein Blutkügelchen und der Zwischenraum zwischen zwei Streifen auf einer Schmetterlingsschuppe (Durchmesser = $\frac{1}{380}$ und $\frac{1}{150}$ Millim.) gemessen. Der mittlere Fehler dieser Messungen betrug $\frac{1}{30700}$ Millim., der wahr-

*) Es versteht sich von selbst, daß hiebei die Anwendung eines zusammengesetzten Mikroskopes von Harting in's Auge gefaßt wurde.

scheinliche Fehler der einzelnen Messungen $\frac{1}{10700}$ Millim. Bei Probemessungen von Objecten von $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{20}$ Millim. Durchmesser, der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung $\frac{1}{3060}$ Millim.

Bei der Messung eines Blutkügelchens mit einer 332fachen Vergrößerung betrug der wahrscheinliche Fehler des Mittels $\frac{1}{22100}$ Millim., der der einzelnen Messung $\frac{1}{7040}$.

Bei einer 48maligen Vergrößerung und Messung etnes Glasmikrometers (0,1 Millim.) betrug die Differenz der einzelnen Messungen $\frac{1}{244}$ Millim., der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus 10 Messungen $\frac{1}{3330}$ Millim., der der einzelnen Messung $\frac{1}{1220}$ Millim.

Gehen wir zum Schraubenmikrometer über, welcher in Deutschland die übrigen Meßkrometer beinahe zu verdrängen anfängt, so wird diesem wohl so ziemlich allgemein der Vorzug der größeren Genauigkeit zuerkannt; dagegen wurden auch gegen ihn manche Einwendungen erhoben. Einige von diesen betreffen jedoch nicht das Wesentliche der Sache, z. B. der Vorwurf, daß derselbe ein kostspieliges, schwer zu handhabendes und leicht zu verderbendes Instrument sei; diese Verhältnisse können nicht in Betracht kommen, wenn die Leistungen des Schraubenmikrometers durch keinen andern Mikrometer zu erreichen sind, und das Bedürfniß einer größeren Genauigkeit, als die übrigen Mikrometer zulassen, vorhanden ist.

Von weit größerem Gewichte ist dagegen die Einwendung, daß bei der Unmöglichkeit eine vollkommen richtige Schraube zu schneiden, die Messungen des Schraubenmikrometers ebenfalls nicht vollkommen richtig seien. Das sind sie allerdings nicht, so wenig als irgend eine Messung in der Welt, allein der Grund der Fehler, welche man bei der Messung mittelst des Schraubenmikrometers begeht, liegt größtentheils in

ganz andern Umständen, als in der Unvollkommenheit der Mikrometerschraube. Bei einem gutgearbeiteten Schraubenmikrometer zeigen die Messungen desselben Objectes mit verschiedenen Theilen der Schraube keine größeren Abweichungen von einander, als wiederholte Messungen mit demselben Theile der Schraube; es ist ferner der wahrscheinliche Fehler der Messung, man mag einen größeren oder kleineren Körper mittelst dieses Instrumentes messen, wenigstens für denselben Beobachter ungefähr von gleicher Größe, zum deutlichen Beweise, daß die Fehler, welche man begeht, nicht sowohl in Ungleichförmigkeit der Schraube, sondern vielmehr in der Unmöglichkeit eines vollständigen scharfen Einstellens begründet sind.*)

Die mechanische Einrichtung des Schraubenmikrometers wurde mannifach abgeändert. Die wesentlichen Bestandtheile desselben bestehen aus zwei Metallplatten, von welchen die eine auf dem Objecttisch befestigt ist und die zweite auf derselben nach Art eines Schiebers in horizontaler Richtung mit Hülfe einer an der untern Platte befestigten Mikrometerschraube verschoben werden kann. Die Größe dieser Verschiebung wird an einer an den Platten befindlichen Scale, welche die Schraubenumgänge angiebt und an der mit der Mikrometerschraube befindlichen getheilten Trommel, welche die Bruchtheile eines Schraubenumganges angiebt, abgelesen.

Die möglichst einfache, aber doch bei gehöriger Vorsicht vollkommen genügende Einrichtung (es sind mit dem der Zeichnung zu Grunde liegenden Exemplare alle folgenden angeführten Probemessungen ge-

*) Diese Bemerkung findet natürlicherweise nur ihre Anwendung auf Instrumente, wie sie aus den Fraunhofer'schen, Plössl'schen, Schiek'schen und ähnlichen mechanischen Instituten hervorgehen; es sind allerdings schon ganz schlechte Instrumente dieser Art vorgekommen.

macht) besitzt das auf Fig. 176 in $\frac{2}{3}$ seiner wahren Größe abgebildete Instrument. Die untere in der Mitte durchbohrte Platte a a trägt auf ihren Seiten zwei schwalbenschwanzförmige Leisten c, c, zwischen welchen sich die obere mit einer länglichen Oeffnung versehene Platte b b verschiebt. Die Mikrometerschraube d ist in einen Ausschnitt dieser oberen Platte aufgenommen, ihre Mutter e ist mit der untern Platte fest verbunden. Wird die Schraube vorwärts geschraubt, so stemmt sich ihr unteres Ende gegen die obere Platte und schiebt diese vorwärts. Rückwärts wird die Platte bei'm Zurückdrehen der Mikrometerschraube durch eine federnde, schmale Messingplatte g gezogen, welche auf den hintern cylindrisch abgedrehten Theil der Mikrometerschraube aufgesteckt ist und von dem scheibenförmigen Vorsprunge f der Mikrometerschraube bei'm Zurückdrehen derselben ebenfalls rückwärtsgeschoben wird; dieser Feder muß die obere Platte des Mikrometers folgen, da die beiden Enden der ersteren mit der Schieberplatte des Mikrometers durch die Schrauben b', b' verbunden sind. Die getheilte Trommel i ist auf die Mikrometerschraube nicht fest aufgesteckt, sondern sitzt auf dem conischen Zapfen des mit einem geänderten Kopfe versehenen und auf dem prismatischen hinteren Ende der Mikrometerschraube aufgesteckten Stückes k auf, während sie sich nach vornen zu gegen ein auf die Mikrometerschraube aufgestelltes Metallplättchen h stemmt. Es kann daher die Trommel um ihre Achse gedreht werden, um ihren Nullpunct mit der Theilung der Scale m in Uebereinstimmung zu bringen. Um die Trommel festzustellen, dient die, auf das hintere Ende der Mikrometerschraube aufgeschraubte Mutter l, welche, wenn sie angezogen wird, das Mittelstück k auf die Trommel und diese auf das Metallplättchen h aufdrückt und damit eine weitere Drehung der Trommel verhindert. Ein

zur Ablesung der Theilung der Trommel dienender Nonius, welcher auf das gabelförmige hintere Ende der oberen Platte aufgeschraubt ist, ist in der Zeichnung weggelassen.

Bei diesem Mikrometer ist die Verschiebung der oberen Platte bei dem Vorwärtsdrehen der Mikrometerschraube vollkommen sanft und gleichförmig, und es ist, wenn einmal die Schraube gegen die Platte gestemmt und sie zu bewegen angefangen hat, kein weiterer todter Gang derselben möglich; dagegen ist die Bewegung des Schiebers rückwärts nicht ganz sanft und gleichförmig, und es zeigt sich im Anfange derselben ein todter Gang der Schraube, indem die Feder zu schwach ist, um zu bewirken, daß der Schieber jeder kleinen Bewegung der Schraube folgt. Man darf daher diesen Mikrometer, wenn man genau messen will, niemals bei'm Zurückdrehen, sondern nur bei'm Vorwärtsdrehen der Schraube gebrauchen.

Dieser todte Gang ist bei den von Schiek und Plössl verfertigten Mikrometern durch Anbringung einer starken Spiralfeder vermieden. Bei diesen Mikrometern ist die Mikrometerschraube mit der verschiebbaren Platte fest verbunden und die Schraubenmutter in die Achse der getheilten Trommel eingeschnitten. Diese Achse stemmt sich gegen einen mit der untern Platte in Verbindung stehenden Theil, es wird also bei'm Rechtsdrehen der Trommel die Mikrometerschraube und mit ihr die obere Platte gegen die Trommel hingezogen, wobei die Spiralfeder gespannt wird; bei'm Rückwärtsdrehen der Trommel wird die verschiebbare Platte und die Mikrometerschraube wieder durch die Spiralfeder zurückgezogen.

Weitere den bequemen Gebrauch des Schraubenmikrometers befördernde, aber nicht wesentliche Einrichtungen bestehen 1) in der Anbringung eines rechtwinklich gegen die Achse der Mikrometerschraube durch eine Schraube beweglichen Schiebers auf der

oberen Platte, um das Object in die Mitte des Gesichtsfeldes des Mikroskopes zu stellen, 2) in der Anbringung einer in horizontaler Richtung drehbaren, in der Mitte durchbrochenen, auf diesem Schieber angebrachten Scheibe, auf welche das Object aufgelegt wird, und welche den Zweck hat, leichter, als es durch die bloße Hand geschehen kann, die Längenachse des Objectes in parallele Richtung der Mikrometerschraube zu bringdn; 3) in der Anbringung eines durch einne Trieb in der Richtung der Mikrometerschraube beweglichen Schiebers auf der durch die Mikrometerschraube beweglichen Platte, um nach vorgenommener Messung das Object, ohne am ganzen Mikrometer sonst etwas verrücken zu müssen, der Länge nach über dem Mikrometer verschieben und mittelst eines andern Theils der Mikrometerschraube die Messung repetiren zu können.

Bei den großen Fraunhofer'schen und ebenso bei den Plössl'schen Mikroskopen aus früherer Zeit ist der Schraubenmikrometer am Stative des Mikroskopes befestigt und dient zugleich als Objecttisch. Diese Einrichtung ist nicht zweckmäßig, indem der Mikrometer gar zu leicht dem Verderben ausgesetzt ist, wenn man in flüchtigen Säuren liegende Objecte untersucht und dergl. Weit besser ist es daher, den Mikrometer so einzurichten, daß er auf den Objecttisch aufgeschraubt und nach dem Gebrauche wieder abgenommen werden kann.

Die Messung mittelst des beschriebenen Schraubenmikrometers geschieht bekanntlich auf die Weise, daß mittelst der Mikrometerschraube das Object unter den feststehenden Körper des Mikroskopes um seine eigene Breite verschoben wird, durch welche Bewegung das Bild des Objectes in entgegengesetzter Richtung durch das Ocular geführt wird, und daß man den Anfang und das Ende dieser Verschiebung durch die Berührung eines im Ocular ausgespannten

Spinnenfadens, oder besser eines zarten auf Glas gezogenen Diamantstriches mit dem einen, und später mit dem andern Rande des Bildes bestimmt, worauf die zur Verschiebung nothwendig gewesene Drehung der Schraube am Index des Instrumentes und der getheilten Trommel der Schraube abgelesen wird. Die Genauigkeit der Messung richtet sich daher nach der Genauigkeit, mit welcher die Einstellung des Spinnenfadens auf die Ränder des Bildes bewerkstelligt wird. Es vereinigen sich nun mehre Umstände, um die Ausführung dieser Operation in voller Schärfe unmöglich zu machen.

Erstens tritt am Rande des Bildes, wenn man denselben mit dem Faden in Berührung bringen will, eine Beugung des Lichtes und in Folge derselben eine Abplattung des Randes ein, welche ein vollkommen scharfes Aneinanderlegen des Bildes und des Fadens unmöglich macht. Diesem Uebelstande könnte man zwar dadurch begegnen, daß man im Oculare zwei parallele, in kleiner Entfernung von einander gezogene Diamantstriche anbringen und auf die Mitte ihres Zwischenraumes einstellen würde; allein auch dadurch wäre in den meisten Fällen ein scharfes Einstellen noch nicht gesichert. Die Anwendung von Diamantstrichen führt nämlich überhaupt den Uebelstand mit sich, daß dieselben, wenn das Bild eines nicht sehr durchsichtigen Objectes unter ihnen durchgeführt wird, nur sehr schwierig zu sehen sind und häufig, wenigstens momentan, ganz unsichtbar werden. Es ist daher zweckmäßiger (wenn nicht kleine Kügelchen gemessen werden sollen, welche allerdings besser mittelst eines Fadens gemessen werden,) in das Ocular einen Ring einzulegen, in welchem sich in der Richtung eines Radius eine fein zugeschliffene Nadel befindet, deren Spitze bis in den Mittelpunct des Ringes reicht, und auf die Spitze der Nadel einzu-

stellen. Es erleichtert dieses das Einstellen bedeutend, indem die Nadel auch über einem dunkeln Objecte sehr scharf gesehen wird, und es weit leichter ist, die Nadelspitze mit dem Rande des Bildes in Berührung zu bringen, als dieses bei Anwendung eines Fadens der Fall ist.

Eine zweite Ursache der fehlerhaften Einstellung liegt darin, daß man mit aller Vorsicht doch häufig nicht vermeiden kann, die Schraube etwas weiter vorzuschrauben, als man beabsichtigte, oder zu frühe mit der Drehung derselben aufzuhören. Hat man über den Berührungspunct der Bilder vorgeschraubt, so läßt sich der Fehler durch Zurückschrauben nicht wieder verbessern, indem der immer vorhandene todte Gang der Schraube das Resultat der Messung nothwendig falsch machen würde. Diese in der Unsicherheit der Hand begründete Ungenauigkeit des Einstellens ließe sich zwar leicht entfernen, wenn am Mikrometer auf analoge Weise, wie an den Kreisen der astronomischen Instrumente, eine Vorrichtung angebracht würde, um den letzten Theil der Drehung mittelst einer Schraube vorzunehmen. Es ist aber wohl nicht der Mühe werth, das Instrument auf diese Weise complicirter und in seiner Anwendung zeitraubender zu machen, indem es offenbar kürzerist, wenn man bei'm Einstellen einen bedeutenden Fehler beging, die Beobachtung zu verwerfen und eineneue zu machen.

Ein weiterer Umstand, durch welchen kleine Fehler verursacht werden können, liegt darin, daß die gewöhnlichen, säulenförmigen Mikroskopstative keinen so soliden Bau besitzen, daß nicht durch einen auch nur schwachen Seitendruck, welchen man bei der Drehung der Mikrometerschraube unwillkürlich ausüben kann, in Folge der Elasticität des Statives und des ganzen Meßapparates der letztere um eine, wenn auch geringe Größe gegen den Mikroskopkörper verschoben

werden kann; in noch höherem Grade ist dieses natürlicherweise der Fall, wenn der Objecttisch nicht an der Säule festgeschraubt ist, sondern eine Bewegung auf- und abwärts besitzt.

Bei diesen mannichfachen Ursachen von Fehlern ist es sehr erklärlich, daß die verschiedenen Messungen desselben Körpers nicht unbeträchtliche Abweichungen zeigen. Es sind, um die Fehler kennen zu lernen, welche mit Mohl's Mikrometer begangen werden, eine Reihe von Messungen angestellt, bei welchen man, um unwandelbare Objecte zu haben, meistens Glasmikrometer als Object verwendet. Das Resultat war insofern kein sehr befriedigendes, als im Allgemeinen bei wiederholten Messungen desselben Objectes, wenngleich immer ein Theil derselben vollkommen das gleiche Resultat gab, dennoch immer ein anderer Theil Abweichungen von 1, 2, 3 und in einzelnen Fällen selbst von 5 — 6 Tausendtheilen eines Schraubenumganges zeigte. Die größeren Abweichungen rührten freilich von sichtbar falschem Einstellen her, kamen aber doch immer wieder von Zeit zu Zeit vor; die kleineren waren nicht zu vermeiden. Da bei einem Mikrometer der Schraubenumgang etwas weniger als $\frac{1}{8}$ Linie beträgt, so entsprachen die größeren Abweichungen beinahe $\frac{1}{1000}$'''.

Da die Fehler der einzelnen Messungen leicht durch Vervielfältigung der Beobachtungen und Ableitung des Mittels aus denselben auf weit unbedeutendere reducirt werden können, so schien es der Mühe werth zu sein, durch Vergleichung der Messungen verschiedener Objecte und Berechung des wahrscheinlichen Fehlers des aus demselben abgeleiteten Mittels zu untersuchen, wie groß die Genauigkeit ist, welche durch eine mäßige Anzahl von Beobachtungen zu erreichen ist, indem auf der einen Seite der Naturhistoriker wünschen muß, bis auf einen gewissen Grad

in seinen Messungen sicher zu sein, auf der andern Seite dagegen es für ihn in den meisten Fällen Verschwendung von Zeit und Mühe wäre, durch eine sehr große Zahl von Messungen den höchst möglichen Grad von Genauigkeit zu erreichen.

Aus diesen Beobachtungen ging hervor, daß der wahrscheinliche Fehler des mittleren Resultates aus je 10 Messungen eine ziemlich constante, von der absoluten Größe des Gegenstandes unabhängige Größe war. Die gemessenen Gegenstände hatten einen Durchmesser von $\frac{1}{5}$ bis zu $\frac{1}{3460}'''$; der wahrscheinliche Fehler*) des Mittels von je 10 Messungen betrug $\frac{1}{35100}'''$ bis zu $\frac{1}{71530}'''$, im Mittel $\frac{1}{47183}$. Es ist einleuchtend, daß der wahrscheinliche Fehler, wenn es sich von der Beurtheilung der Genauigkeit einer Messung handelt, nicht nur in Beziehung auf seine absolute Größe betrachtet werden muß, sondern daß derselbe, wenn er, wie im vorliegenden Falle, bei den verschiedenen Messungen eine ziemlich constante Größe zeigt, je nach den Dimensionen des gemessenen Körpers eine sehr verschiedene Bedeutung erhält, indem derselbe einem immer größern Bruchtheile des Durchmessers des Körpers gleichkommt, je kleiner dieser ist. Es wird dieses aus den folgenden Messungen, welche nach der Größe der Objecte geordnet sind, und bei welchen der wahrscheinliche Fehler in Bruchtheilen des Durchmessers der Objecte angegeben ist, am deutlichsten erhellen.

---

*) Unter den 80 einzelnen Messungen, denen die erst im Texte angeführten Gegenstände unterworfen wurden, wichen 67 um weniger als $\frac{1}{1000}$ eines Umganges der Mikrometerschraube (d. h. bei Mohl's Mikrometer um weniger als $\frac{1}{6223}'''$ von dem aus je 10 Messungen gezogenen Mittel ab; 13 zeigten dagegen eine über diese Größe steigende Abweichung; bei keiner dagegen erreichte dieselbe $\frac{2}{1000}$ eines Schraubenumganges.

a) Durchmesser des Objectes = $\frac{1}{5}'''$ (Glasmikrometer). Wahrscheinlicher Fehler = $\frac{1}{11700}$

b) $\frac{1}{10}$ Millimeter (Glasmikrometer). Wahrscheinlich Fehler = $\frac{1}{1700}$

c) $\frac{1}{20}$ Millimeter (Glasmikrometer). Wahrscheinlich Fehler = $\frac{1}{768}$.

d) $\frac{1}{50}'''$ (Glasmikrometer). Wahrscheinlich Fehler = $\frac{1}{1079}$.

e) $\frac{1}{176}'''$ (in Glas geätzte Linie). Wahrscheinlich Fehler = $\frac{1}{214}$.

f) $\frac{1}{568}'''$ (Diamantriß auf Glas). Wahrscheinlich Fehler = $\frac{1}{90}$.

g) $\frac{1}{1706}'''$ (Faser in der Wurzelrinde einer Orchidee). Wahrscheinlich Fehler = $\frac{1}{25}$.

h) $\frac{1}{5460}''$ (ähnliche Faser). Wahrscheinlich Fehler = $\frac{1}{20}$.

Fragt man, ob Messungen, bei welchen der wahrscheinliche Fehler die angegebene Größe besitzt, eine für naturhistorische Zwecke ausreichende Genauigkeit besitzen, so läßt sich in dieser Beziehung kaum eine allgemein gültige Antwort geben. Für alle Körper von größern Dimensionen, bei welchen also der wahrscheinliche Fehler der Messung nur einem verhältnißmäßig kleinen Theile ihres Durchmessers gleichkommt, läßt sich jene Frage unbedingt bejahen. Die Gegenstände der mikroskopischen Untersuchung sind beinahe ausschließlich organische Gebilde, deren Dimensionen so bedeutenden Schwankungen unterworfen sind, daß im Verhältnisse zu diesen der wahrscheinliche Fehler der Messung verschwindend klein ist; man kann daher nicht nur die Größe des einzelnen Exemplares, sondern auch die Grenzen, innerhalb welcher die Größe verschiedener Exemplare schwankt, hinreichend genau bestimmen. Es wird z. B. Jeder unbedingt zugeben, daß es, wenn der Durchmesser einer Zelle zu $\frac{1}{5}'''$ gefunden wird, vollkommen gleich-

gültig ist, ob derselbe wirklich genau diese Größe besitzt, oder ob er um $\frac{1}{11700}$ größer, oder kleiner ist, ebenso ist es nicht von der mindesten Bedeutung, ob die Größe eines Pollenkernes, eines Pflanzengefäßes von $\frac{1}{50}$'' Durchmesser auf $\frac{1}{1079}$ dieser Größe richtig gefunden wird, oder nicht. In solchen Fällen ist überhaupt schon die Genauigkeit, mit welcher mittelst des Schraubenmikrometers gemessen wird, ein unnöthiger Luxus, und jedenfalls kann man sich bei solchen größeren Gegenständen die Mühe, mehrfache Messungen zu machen und aus ihnen das Mittel zu ziehen, ersparen. Das Letztere wird nun freilich bei Gegenständen, deren Durchmesser auf Hundertel und Tausendel einer Linie sinkt, nicht mehr der Fall sein, dagegen mag auch für die Fälle eine Genauigkeit, wie sie die obigen Probemessungen zeigen, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle vollkommen ausreichend sein, wenigstens weiß man keinen Fall anzuführen, in welchem sie als ungenügend erschiene. Es ist jedoch wohl denkbar, daß Untersuchungen, namentlich solche, die sich auf die Entwicklungsgeschichte organischer Körper beziehen, zu machen wären, bei welchen eine Messung, die mit einem wahrscheinlichen Fehler von $\frac{1}{20}$ behaftet wäre, durchaus ungenügend wäre; in diesem Falle müßten wir uns nach genaueren Messungsmethoden umsehen, und ohne Zweifel würden Vorrichtungen, durch welche das mikroskopische Bild in zwei übereinander verschiebbare Bilder getrennt werden könnte, sowie Verbesserungen des Schraubenmikrometers die geeigneten Mittel hierzu gewähren*).

---

*) Auf eine, dem im Vorhergehenden ausgesprochenen Grundsatze, daß in demselben Verhältnisse, in welchem der Durchmesser des Körpers abnimmt, die Genauigkeit der Messung zunehmen muß, wenn man in wissenschaftlicher Beziehung gleich verlässige Resultate erhalten will, ganz entgegengesetzte

In der neueren Zeit hat auch Harting die Messung mittelst des Schraubenmikrometers der Rechnung unterworfen. Er benutzte einen von Powell und einen von Plössl verfertigten Mikrometer. Bei dem Mikrometer von Powell zeigte die Messung von 0,1 Millimeter eines Glasmikrometers mittelst verschiedener Theile der Schraube einen Unterschied von $\frac{1}{143000}$, welcher vernachlässigt werden kann. Bei der Messung eines Blutkügelchens mittelst zweier Stellen der Schraube zeigte das Mittel beider Reihen von je 10 Messungen einen Unterschied von $\frac{1}{8000}$ Millimeter. Die größte Differenz zwischen den einzelnen Messungen betrug bei der ersten Reihe $\frac{1}{500}$ Millimeter, bei der zweiten Reihe $\frac{1}{7950}$ Millimeter ($\frac{1}{64}$ des Objectes). Der wahrscheinliche Fehler aus beiden Reihen betrug $\frac{1}{10800}$ Millimeter ($\frac{1}{89}$ des Objectes).

Bei dem Mikrometer von Plössl gaben zwei Messungsreihen eines Blutkügelchens mittelst zweier verschiedener Stellen der Schraube genau dasselbe Mittel. Für die erste Reihe betrug der größte Unterschied der einzelnen Messungen $\frac{1}{955}$ Millimeter,

---

Weise spricht J. Vogel (Anleit. zum Gebrauche des Mikroskopes, S. 88) aus, indem er sagt, es können bei Gegenständen, welche unter $\frac{1}{100}'''$ groß seien, kleine Verschiedenheiten der Messung unbedenkl. vernachlässigt werden, z. B. eine Messung, welche in Theilen des wiener oder des englischen Zolles gemacht sei, ohne Schaden als in Theilen des pariser Zolles ausgenommen werden, während dieses bei größeren Gegenständen nicht angehe, z. B. es nicht gleichgültig sei, ob man den Durchmesser eines Körpers zu $\frac{3}{7}$ oder $\frac{1}{2}'''$ angebe. Es ist der Grund hiervon nicht einzusehen. Der englische Zoll ist nahezu um $\frac{1}{15}$ kleiner, als der pariser; $\frac{3}{7}$ ist von $\frac{1}{2}$ um $\frac{1}{14}$ verschieden; man macht also, wenn man Theile des englischen Zolles für gleichbedeutend mit den entsprechenden Theilen des pariser Zolles vnnimmt, nahezu demselben Fehlern, den man bei größeren für unzulässig hält.

für die zweite $\frac{1}{760}$. Der wahrscheinliche Fehler des mittleren Resultates der ersten Reihe betrug $\frac{1}{11900}$ ($\frac{1}{110}$ des Objectes), für die zweite Reihe $\frac{1}{8900}$ Millimeter ($\frac{1}{73}$ des Objectes). Der wahrscheinliche Fehler des mittleren Resultates von beiden Reihen betrug $\frac{1}{14500}$ Millimeter ($\frac{1}{121}$ des Objectes). Der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung betrug $\frac{1}{3000}$ Millimeter.

Der Grad von Genauigkeit, welcher sich in diesen Zahlen ausspricht, ist wie man sagt bei Mohls Probemessungen erhaltenen, sehr analog, was dafür spricht, das die von Harting und Mohl benutzten Mikrometer, welche aus drei verschiedenen Werkstäten hervorgingen, ungefähr vongleicher Güte waren. Die hauptsächl. Schwierigkeit eine größere Genauigkeit bei den Messungen mittelst des Schraubenmikrometers zu erreichen, liegtübrigens nicht, wie man vermuthen könnte, in der mechanischen Unvollkommenheit des Instrumentes. Mikrometerschrauben können genau genug verfertigt werden, um zu weit genaueren Messungen, als man bis jetzt mittelst des Schraubenmikrometers ausführt, vollkommen tauglich zu sein; man müßte, um den Mikrometer zu solchen tauglich zu machen, auf der Trommel seiner Schraube eine größere Anzahl von Theilstrichen anbringen, und sich nicht auf einen einzigen Nonius beschränken, sondern zwei einander gegenüber stehende Nonien anbringen, um die Fehler zu vermeiden, die aus einer fehlerhaften Centrirung und Form der Trommel hervorgehen. Das Hinderniß, welches es wenigstens für jetzt unmöglich macht, auf Hunderttausendel einer Linie genau zu messen, liegt in der Unvollkommenheit unserer gegenwärtigen Mikroskope. Ohne auf die nicht leicht zu entscheidende Frage, welches die Grenze des mikroskopischen Sehens sei, einzugehen, wird der Beweis dafür, daß die Grenze die Genauigkeit, welche

bei Messungen mittelst des Schraubenmikrometers erhalten wird, hauptsächlich in der Unvollkommenheit des optischen und nicht des mechanischen Theiles des Meßapparates begründet ist, im Folgenden geliefert.

Da bei der gewöhnlichen Anwendung des Schraubenmikrometers alle Fehler, die bei der Messung, sei es in Folge fehlerhafter Einstellung, sei es in Folge der mechanischen Unvollkommenheit des Instrumentes begangen werden, in ihrer vollen Größe im Resultate der Messung erscheinen, so kam Mohl auf den Gedanken, durch den Schraubenmikrometer nicht unmittelbar den Durchmesser des Objectes, sondern den Durchmesser seines in der Blendung des Oculares liegenden Bildes zu messen, um in demselben Verhältnisse, in welchem dieses Bild größer, als das Object ist, jene bei der Messung begangenen Fehler zu verkleinern. Mohl ließ sich zu diesem Zwecke ein sehr festes Stativ verfertigen, an welchem der Mikrometer oberhalb der mit ihm nicht in directer Verbindung stehenden Mikroskopröhre auf eine sehr solide Weise befestigt und durch denselben das Ocular über dem durch durch die Objectivlinsen entworfenen Bilde verschoben werden konnte. Bei dieser Lage des Mikrometers entsprach eine Windung seiner Schraube ungefähr $\frac{1}{300}'''$ (0''', 00314). Da eine Windung dieser Schraube 0''',1607 beträgt, so hätte sich bei Messungen mittelst des angegebenen Apparates eine nahezu 51mal größere Genauigkeit erreichen lassen, als bei der gewöhnlichen Anwendung desselben Mikrometers, vorausgesetzt, daß das Mikroskop hinreichend vergrößert hätte, um noch Einstellungen des Mikrometers, die bis auf $\frac{1}{1000}$ einer Schraubenwindung übereinstimmen würden, zu gestatten. Die mittelst dieses Apparates ausgeführten Messungen waren dagegen weit entfernt, eine solche $\frac{1}{300000}'''$ erreichende Uebereinstimmung der einzelnen

Messungen und den Grad von Genauigkeit zu zeigen, welcher in Folge der Construction des Instrumentes möglich gewesen wäre. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels von je 10 Messungen schwankte zwischen $\frac{1}{40500}'''$ und $\frac{1}{81690}'''$ und betrug im Mittel $\frac{1}{60243}'''$; er verhielt sich also, wenn wir die mittleren Resultate vergleichen, zum wahrscheinlichen Fehler, den man bei der gewöhnlichen Anwendungsweise desselben Mikrometers erhält, wie 2 zu 3. Einige Probemessungen gaben folgendes Resultat:

a) $\frac{1}{10}$ Millimeter (Glasmikrometer). Wahrscheinlicher Fehler $= \frac{1}{1760}$.

b) $\frac{1}{20}$ Millimeter (Glasmikrometer). Wahrscheinlich Fehler $= \frac{1}{1790}$.

c) $\frac{1}{50}'''$ (Glasmikrometer). Wahrscheinlicher Fehler $= \frac{1}{1630}$.

d) $\frac{1}{221}'''$ (in Glas geätzte Linie). Wahrscheinlicher Fehler $= \frac{1}{242}$.

e) $\frac{1}{685}'''$ (Diamantritz auf Glas). Wahrscheinlicher Fehler $= \frac{1}{82}$.

f) $\frac{1}{1441}'''$ (Diamantritz auf Glas). Wahrscheinlicher Fehler $= \frac{1}{36}$.

Wenn dieses Resultat den Erwartungen, die von dieser Messungsmethode gehegt werden konnte, nicht entfernt entsprach, so könnte der Grund hiervon nicht in mechanischen Unvollkommenheiten des Apparates liegen, denn das Stativ besaß eine solche Festigkeit, daß man gegen die Biegungen desselben, welche einen irgend bemerkbaren Fehler hätten veranlassen können, gesichert war; es kann also der Grund davon, daß die Messungen nicht um Vieles genauer, als bei der gewöhnlichen Anwendungsart des Schraubenmikrometers ausfielen, nur darin liegen, daß die Grenze der Genauigkeit, die der letztere als Meßapparat zuläßt, sich der Grenze des mikroskopischen Sehens bereits bedeutend genähert, weßhalb

eine einseitige Steigerung der Genauigkeit des Meßapparates ohne gleichzeitige Steigerung der Leistungen des Mikroskopes ohne erheblichen Nutzen bleiben muß. Für jetzt sieht man daher keinen Vortheil dabei, den hier beschriebenen Mikrometer an die Stelle des gewöhnlichen Schraubenmikrometers zu setzen; im Gegentheil er steht dem letzteren in Hinsicht auf Bequemlichkeit und den zur Messung nöthigen Zeitaufwand nach, indem zur Messung auch nur mäßig großer Körper schon viele Umdrehungen der Schraube nöthig sind; besitzen wir dagegen einmal bessere Mikroskope, dann zweifeln wir nicht, daß dieser Apparat für die Messung sehr kleiner Körper treffliche Dienste leisten wird.

Harting machte mittelst eines von Dollond verfertigten Mikrometers, welcher im Wesentlichen denselben Zweck, wie der vorhin beschriebene erfüllt, Probemessungen. Der Mikrometer hatte die Einrichtung des astronomischen Mikrometers, bei welchem durch eine Schraube im Oculare ein beweglicher Faden gegen einen feststehenden hinbewegt wird. Bei der Messung eines Blutkügelchens in zwei Reihen von je 10 Messungen zeigte sich die größte Differenz von zwei Messungen = $\frac{1}{1800}$ Millimeter. Der Unterschied zwischen dem Mittel beider Messungen betrug $\frac{1}{23300}$ Millimeter. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels der ersten Reihe betrug $\frac{1}{27800}$ Millimeter ($\frac{1}{239}$ des Objectes), der der zweiten Reihe $\frac{1}{26400}$ Millimeter ($\frac{1}{226}$ des Objectes); der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus allen 20 Messungen betrug $\frac{1}{37800}$ Millimeter ($\frac{1}{322}$ des Objectes), der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung $\frac{1}{9260}$ Millimeter.

Auch ohne daß die übrigen, mittelst dieses Instrumentes ausgeführten Probemessungen angeführt werden, zeigt sich, daß die von Harting durch dasselbe erreichte Genauigkeit der Messung bedeutend

größer war, als die, welche der Schraubenmikrometer liefert, wenn durch denselben das Object bewegt wird. Aus sämmtlichen mittelst dieses Instrumentes von Harting angestellten Probemessungen ging als Gesammtresultat hervor, daß der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung zwischen $\frac{1}{27000}$ und $\frac{1}{14440}$ Millimeter schwankte und im Mittel $\frac{1}{10160}$ Millimeter betrug, und daß der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus 10 Messungen zwischen $\frac{1}{85400}$ und $\frac{1}{31150}$ Millimeter schwankte. Vergleichen wir damit, daß bei der analogen Anwendung von Mohl's Schraubenmikrometer der wahrscheinliche Fehler im Mittel $\frac{1}{60245}'''$ ist, so ist die Uebereinstimmung unserer Messungen wiederum eine sehr auffallende, wenngleich im Allgemeinen die von Harting mit seinem Apparate erreichte Genauigkeit größer ist.

Um mittelst des Schraubenmikrometers eine Größenbestimmung vornehmen zu können, ist natürlicherweise die Kenntniß von der Größe eines Schraubenumganges nothwendig; ohne eine genaue Kenntniß dieser Größe wären zwar wohl die mittelst desselben Instrumentes vorgenommenen Messungen unter einander vergleichbar, aber nicht in einem bekannten Maße auszudrücken. Directe Messung mittelst des Zirkels liefert kein hinreichend genaues Resultat; ebenso fand man die Anweisung von Littrow (Gehler's phys. Wört. VI, S. 2184), die Mikrometerschraube als mikroskopisches Object zu benutzen, und mittelst eines andern Mikrometers zu messen, gänzlich unpractisch, indem der Rand der Schraubenwindungen nicht so scharf ist, um eine ganz genaue Messung zuzulassen. Am besten wird offenbar die Größe eines Schraubenumganges dadurch gefunden, daß man einen Körper von bestimmter Größe wiederholt mittelst des Schraubenmikrometers mißt. Hierbei einen Glasmikrometer als Object zu verwenden, ist wohl das bequemste, wenn man darüber sicher ist,

daß der Glasmikrometer ganz genau nach dem Maße gearbeitet ist, welches ihm zu Grunde liegen solle. Wenn der Schraubenmikrometer eine solche Einrichtung hat, daß man einen ziemlich langen Theil seiner Schraube zur Messung benutzen kann, so kann man auch einige Abtheilungen eines metallenen, etwa in Centimeter getheilten Maßstabes zur Bestimmung der Größe einer Schraubenwindung benutzen, und wird dabei den Vortheil haben, daß bei dieser Größe des Objectes schon durch eine kleine Reihe von Messungen der wahrscheinliche Fehler auf eine sehr um bedeutende relative Größe herabgebracht wird.

Schließlich wollen wir noch einen Punct berühren, welcher schon von mehren Seiten vergeblich in Anregung gebracht wurde. Es ist sehr gewöhnlich, daß die mikroskopischen Beobachter, welche sich des Schraubenmikrometers bedienen, das Resultat ihrer Beobachtungen in Form eines Decimalbruches publiciren. Dieses ist ein wahrer Unfug, welcher den Leser auf eine ganz unnöthige Weise belästigt. Ein Ausdruck wie 0,003867‴ giebt gar keine klare Vorstellung von der Größe des beobachteten Objectes, und ist für Jemand, der nicht Mnemotechniker von Handwerk ist, nicht zu behalten; es ist daher der Leser genöthigt, wenn er sich eine anschauliche Vorstellung bilden will, den Decimalbruch in einen gewöhnlichen Bruch zu verwandeln, was zwar während des Lesens annäherungsweise durch Kopfrechnung vorgenommen werden kann, aber doch höchst lässig ist. Diese Mühe sollte billigerweise der Verfasser einer Abhandlung seinen Lesern ersparen; er kann ja immerhin, wenn sich der Decimalbruch nicht genau in einen gewöhnlichen Bruch, welcher 1 zum Zähler hat, verwandeln läßt, den am meisten der zu bezeichnenden Größe sich annähernden Bruch wählen und den die Größe genauer bezeichnenden Decimalbruch in einer Klammer beisetzen.

Gegen diese Verwandlung des Decimalbruches in einen gewöhnlichen Bruch spricht sich Harting entschieden aus; allein er fühlte doch selbst, daß die Decimalbrüche wenig geeignet sind, um in Kürze eine deutliche Vorstellung von der Größe, die man andeuten will, zu geben, und gebrauchte, um das Resultat seiner mikroskopischen Messungen anschaulich zu machen, selbst sehr häufig die gewöhnlichen Brüche. Außerdem ergriff er das Auskunftsmittel, daß er 0,001 Millimeter (wofür er die Bezeichnung mmm d. h. Mikromillimeter vorschlug) als Einheit gebrauchte. Dieses ist allerdings, wenn es sich um geringe Größen handelt, sehr bequem, macht aber in sehr vielen Fällen den Gebrauch sehr großer Zahlen nöthig, da auf eine Pariser Linie 2255 solcher Einheiten gehen.

Es braucht wohl nicht näher nachgewiesen zu werden, daß es, wenn eine mikrometrische Messung in einem bestimmten Maße ausgedrückt wird, völlig gleichgültig ist, welches Maß hierzu gewählt wird, vorausgesetzt, daß es ein in der wissenschaftlichen Welt gebräuchliches ist. Am gewöhnlichsten wird dasselbe in Pariser Linien oder in Millimetern und ihren Bruchtheilen ausgedrückt, seltner in Bruchtheilen des Pariser Zolles; die Engländer geben in der Regel die Größe in Bruchtheilen des englischen Zolles, die Oesterreicher in denen des Wiener Zolles oder dessen Linien an. Reductionstabellen dieser verschiedenen Maße finden sich bekanntlich in einer Masse von Schriften; am bequemsten für Mikrographen ist die von Ad. Hannover herausgegebene, auf einem Foliobogen enthaltene Tabelle (**Tableau micrométrique pour servir à la réduction des diverses mesures, qui sont employées dans la micrométrie microscopique. Copenhague, 1842**). Vielleicht sieht es mancher Leser nicht ungern, wenn hier eine kleine Tabelle über die Vergleichung der beiden in der Mikrometrie am häufigsten gebrauchten Maße,

des Millimeters und der pariser Linie, und bei der Verbreitung der Plössl'schen Schraubenmikrometer eine Vergleichung der Wiener und der Pariser Linie beigefügt wird.

Millimeter.	Paris. Linie.	Paris. Linie.	Millimeter.
1	0,443296	1	2255829
0,1	0,0443	0,1	0,2256
0,2	0,0887	0,2	0,4512
0,3	0,1330	0,3	0,6767
0,4	0,1773	0,4	0,9023
0,5	0,2216	0,5	1,1279
0,6	0,2660	0,6	1,3535
0,7	0,3103	0,7	1,5791
0,8	0,3546	0,8	1,8047
0,9	0,3990	0,9	2,0302

Wien. Linie.	Paris. Linie.
1	0,973,101
0,1	0,0973
0,2	0,1946
0,3	0,2919
0,4	0,3892
0,5	0,4866
0,6	0,5839
0,7	0,6812
0,8	0,7785
0,9	0,8758

Viertes Capitel.

Von der Prüfung des Mikroskopes.

Obgleich im Allgemeinen der Grundsatz feststeht, daß dasjenige Mikroskop das bessere sei, mit welchem man mehr sieht, als mit einem andern, und die meisten Besitzer eines Mikroskopes zufrieden sein werden, wenn sie sich durch Vergleichung ihres Instrumentes mit andern, oder durch Prüfung von Probeobjecten davon überzeugt haben, daß ihr Instrument den Leistungen, die sie von ihm erwarten, entspreche, so wird es doch für Viele von Interesse sein, die Mittel zu kennen, mittelst deren man sich überzeugen kann, ob ein Mikroskop den Anforderungen, welche der gegenwärtige Zustand der practischen Optik stellt, entspricht, oder ob in seiner Ausführung Fehler begangen wurden, welche vielleicht rine Correction zulassen. Wir theilen daher mit, was Hr. v. Mohl darüber sagt.

Vor Allem kommt in dieser Beziehung in Betracht, ob die Objective in Hinsicht auf sphärische und chromatische Aberration bedeutende Fehler besitzen. Zur Prüfung dieser Verhältnisse haben Lister (phil. transact 1830) und vorzugsweise Dr. Goring (micr. cabinet, p. 197; micr. illustrat, p. 270) auf eine sehr gute Methode hingewiesen, und es ist für Jeden, der sich mit dem Mikroskope beschäftigt, von Interesse, sich durch eigene Beobachtungen die Fertigkeit zu erwerben, die Erscheinungen, welche von diesen Abweichungen abhängen, erkennen zu können.

Man bringe einige kleine Quecksilbertröpfchen auf eine schwarze, matte Platte, z. B. von Ebenholz und betrachte durch das Mikroskop das glänzende, von einem solchen Tropfen reflectirte Bildchen eines Fensters. Bei schwachen Vergrößerungen und

namentlich zur Untersuchung der chromatischen Aberration wähle man hierzu größere, bei stärkeren Vergrößerungen und zur Untersuchung der sphärischen Aberration sehr kleine, mit bloßem Auge kaum sichtbare Kügelchen.

Die Erscheinungen, die von der sphärischen Aberration der Gläser abhängen, wird man sich am deutlichsten machen, wenn man jenes Bildchen zuerst mit Hülfe einer von sphärischen und chromatischen Aberration möglichst freien Linsencombination betrachtet, z. B. mit einem mehrfachen, möglichst chromatischen Objectivsysteme, einer guten chromatischen Lupe u. s. w. Wenn das Bildchen im Focus steht, so wird man dasselbe scharf begrenzt und frei von jedem Lichtsaume sehen. Hebt man den Quecksilbertropfen über den Focus in die Höhe, so verschwindet das Bildchen schnell und breitet sich in eine helle Lichtscheibe aus, deren Rand heller, als die Mitte ist und (vorausgesetzt, daß die Linsen nicht in chromatischer Beziehung übercorrigirt sind) einen röthlichen Saum hat. Senkt man den Tropfen unter den Focus hinunter, so verschwindet das Bild des Fensters ebenfalls schnell und breitet sich in eine Lichtscheibe von schwächerer Intensität aus, welche einen bläulich gefärbten Saum hat.

Wendet man nun die chromatischen Linsen um, so daß ihre convexe Seite gegen das Object gewendet ist, bei welcher Stellung bekanntlich eine sehr starke sphärische Aberration Statt findet, weßhalb man solche Linsen in sphärischer Beziehung stark untercorrigirt nennen kann, so werden nun die Erscheinungen wesentlich geändert sein. Wenn man nämlich nun das Bildchen möglichst genau in den Focus bringt, so ist es rings mit einem Lichtnebel umgeben, welcher, wenn man das Object abwärts schraubt, sich mehr und mehr ausbreitet

und in die vorher beschriebene am Rande bläuliche Lichtscheibe übergeht, in deren Mitte nun aber nicht, wie im vorigen Falle, das Bildchen gleich Abwärtsschrauben verschwindet, sondern noch eine Zeitlang, bis das Quecksilbertröpfen eine Strecke weit bei'm abwärts geschraubt ist, sichtbar bleibt. Schraubt man über den Focus aufwärts, so zieht sich der Lichtnebel zusammen und breitet sich bei'm Höherschrauben in die hellere, außen röthlich gefärbte Lichtscheibe aus. Ehe dieses aber noch geschieht, ist in dem Bildchen keine Spur vom Detail der Fensterrahmen mehr zu sehen, so daß also bei'm Aufwärtsschrauben vom Focus aus das Bildchen weit schneller, als bei'm Abwärtsschrauben verschwindet.

Macht man diese Beobachtungen mit einer nicht chromatischen planconvexen Linse, so zeigen sich dieselben Erscheinungen, nur sind sie weit schwerer in ihrer Reinheit aufzufassen, weil sie mit lebhaften prismatischen Farben verbunden sind. Schraubt man eine sehr enge Blendung vor die mit der Planseite nach unten gewendete Linse, so fallen die beschriebenen Erscheinungen beinahe ganz hinweg, und es unterscheidet sich das Bild nur wenig von dem, welches man durch ein gutes achromatisches Linsensystem erhält.

Will man nun auf analoge Weise ein zusammengesetztes Mikroskop prüfen, so wähle man zuerst ein System von Objectivlinsen, welches zu Beobachtung ohne Deckglas tauglich ist; mit diesem werden die Erscheinungen dieselben sein, wie mit einem guten Linsensysteme, welches man als einfaches Mikroskop benutzt, d. h. wenn das Bild im Focus ist, so wird man es nicht mit einem Lichtnebel umgeben finden, und es wird bei'm Auf- und Abwärtsschrauben ungefähr gleich schnell verschwinden.

Von den Farbenerscheinungen, welche man dabei voraussichtlich beobachten wird und von welchen weiter unten die Rede sein wird, sehe man hierbei ab.

Wählt man ein Objectiv, welches ohne Anwendung eines Deckglases von bedeutender Dicke (z. B. von 1,5 Millimeter) kein reines Bild giebt und wiederholt mit diesem die Beobachtungen, so treten nun die Erscheinungen in hohem Grade ein, welche ich oben als Kennzeichen der sphärischen Abweichung angeführt habe, wobei es ganz gleichgültig ist, ob das Mikroskop in chromatischer Beziehung über- oder untercorrigirt ist.

Klebt man vor das Objectiv ein Deckgläschen von gehöriger Dicke, so zeigt es nun das Bild des Fensters auf dieselbe Weise, wie ein in Beziehung auf sphärische Aberration corrigirtes Objectiv, ohne daß hierbei die chromatische Abweichung eine sehr merkliche Abänderung erleidet.

Da Mohl keine in sphärischer Beziehung in sehr merklichem Grade übercorrigirte Objective*) besaß, so rief er die Erscheinung künstlich dadurch hervor, daß er vor ein gehörig corrigirtes Plössl'sches Objectiv ein 2,4 Millimeter dickes Deckglas klebte und durch dasselbe den Quecksilbertropfen betrachtete. Die Erscheinungen waren nun in der That die entgegengesetzten von einem untercorrigirten Objective, insofern wenn ich den Quecksilbertropfen über den Focus stellte und abwärts schraubte, wobei, wie immer die Lichtscheibe sich zusammenzog, diese noch nicht ganz verschwunden war, als das Bild von dem Fensterrahmen zum Vorschein kam und bei'm weiteren Abwärtsschrauben wieder verschwand, ehe noch die entgegengesetzte Lichtscheibe auftrat.

Es wird durch diesen Versuch vollkommen bestätigt, was weiter oben über die Wirkung der Deck-

*) Die von Plössl Hydro-oxygen-Gasmicroscop beigegebenen Objective sind allerdings etwas, aber wenig übercorrigirt.

gläser angeführt wurde, und es muß hier wiederholt werden, daß man sich hüten muß, durch ein zu dickes Deckglas ein Objectiv überzucorrigiren, indem dadurch der Schärfe des Bildes ein größerer Eintrag geschieht, als wenn man einen Theil der sphärischen Aberration untercorrigirt läßt.

Da ein gewisser Abstand des Objectives vom Quecksilbertropfen nöthig ist, damit das Bild des Fensters sich auf demselben abspiegeln könne, so schlug Goring zur Prüfung starker Objective vor, mittelst durchgehenden Lichtes kleine Luftbläschen zu betrachten, welche in eine Schicht von Canadabalsam zwischen zwei Gläsern eingeschlossen sind, indem diese die gleichen Erscheinungen, wie der Quecksilbertropfen, zeigen. Dieses ist zwar ganz richtig, allein es ist unendlich schwerer, bei diesem Objecte die beschriebenen Erscheinungen zu erkennen, und es wird namentlich bei starken Objectiven durch die Dicke der Glasplatte, welche über der Balsamschicht liegt, die sphärische Aberration des Objectivesstark verändert, so daß dieses Mittel ein höchst zweideutiges wird, um die wirkliche Beschaffenheit des Objectives zu erkennen.

Ein anderes, jedoch weniger scharfes, Prüfungsmittel der sphärischen Aberration wurde ebenfalls von Dr. Goring vorgeschlagen, nämlich die Betrachtung weißer Figuren auf schwarzem Grunde. Goring verwendete hiezu ein emaillirtes schwarzes Zifferblatt mit weißen Figg.; Mohl gebrauchte in Erwangslung eines solchen zu diesem Zwecke eine Glasplatte, welche er mit einer dicken Schicht von Tusche überzog, in welche er mit einer Nadel kleine Kreise u. dergl. Figuren einschnitt, die er bei von unten einfallendem Lichte betrachtet. Stellt man das mit einem von sphärischer Aberration freien Objective versehene Mikroskop auf einen solchen hellen Kreis ein, so erscheint er von schwarzem Grunde scharf abgeschnitten, ohne einen denselben umgebenden Lichtnebel;

gringt man ihn aus dem Focus, so breitet er sich unter Verwischung seiner scharf begrenzten Ränder aus, ohne einen starken Lichtnebel auswärts oder einwärts über das schwarze Gesichtsfeld zu verbreiten. Ist das Objectiv untercorrigirt und man schraubt den Kreis vom Focus abwärts, so verbreitet sich ein starker Lichtnebel von demselben gegen das Centrum und auswärts, durch welchen Nebel man eine Strecke weit die ursprüngliche Form des Kreises mit hellem Lichte durchscheinen sieht; schraubt man ihn aufwärts über den Focus, so breitet sich der Kreis mit hellem Lichte und verwaschenen Rändern aus, ohne jedoch in seine weitere Umgebung einen Lichtnebel auszuschicken, weßhalb das Gesichtsfeld ganz schwarz bleibt. Bei einem übercorrigirteu Objective treten bei'm Auf- und Abwärtsschrauben die entgegengesetzten Erscheinungen ein.

Der zweite wichtige Punct, den man bei Prüfung der Objective zu beachten hat, ist die mehr oder weniger starke chromatische Aberration. Vollkommen achromatische Objective sind gar nicht herzustellen, indem es kein Mittel giebt, das secundäre Spectrum zu entfernen; allein gewöhnlich sind die Objective weit entfernt, sich der äußersten Fehlergrenze zu nähern, sondern zeigen, wenn man mit ihnen das auf einem Quecksilbertropfen sich abspiegelnde Bild eines Fensters untersucht, bedeutende Farbensäume. Da es eine Unmöglichkeit ist, Objective von so kleinen Dimensionen nach Berechnung zu schleifen, sondern da die Zusammensetzung derselben auf Tatonnement beruht, so läßt sich schon im Voraus erwarten, daß es den Optikern nicht immer gelingt, die Farbenzerstreuung der Convexlinse durch die entgegengesetzte der Concavlinse zu corrigiren, sondern daß sehr häufig die Correction nicht erreicht, oder daß die Linse übercorrigirt wird. Dieses zeigt nun auch die Er-

fahrung durchaus. Bei Untersuchung dieses Verhältnisses darf man natürlicherweise bei solchen Objectiven, welche nicht einzeln gebraucht werden können, sondern welche aus mehren zu einem Systeme verbundenen Linsen bestehen, nicht die einzelnen Objective, sondern nur das System als Ganzes untersuchen, indem in diesen Systemen häufig einzelne Objective stark untercorrigirt, andere stark übercorrigirt sind.

Betrachtet man das Bildchen des Fensters auf einem Quecksilbertropfen durch eine einfache, nicht achromatische Linse, oder durch ein Dublet, so wird der Lichtkreis, in welchen sich das Bild auflös't, wenn der Quecksilbertropfen innerhalb des Focus zu stehen kommt, mit einem starken rothen Saume umgeben sein und der Lichtkreis, welcher bei'm Abwärtsschrauben unter den Focus entsteht, von einem blauen Saume eingefaßt sein.

Prüft man nun, nachdem man sich mit diesen Erscheinungen bekannt gemacht hat, ein achromatisches Mikroskop auf dieselbe Weise, so wird dieses nicht achromatisch sein, sondern immer, wenn auch in viel minderem Grade, Farbensäume zeigen. Die Farbenerscheinungen werden nun aber in der Regel die entgegengesetzten von den vorhin angeführten sein, d. h., man wird, wenn man den Quecksilbertrofen zwischen den Focus und das Objectiv bringt, das helle Bild des Fensters von einem blauen Saume, und wenn man den Tropfen außerhalb des Focus stellt von einem rothen Saume eingefaßt finden. Es ist also die Farbenzerstreuung nicht bloß gehoben, sondern in die entgegengesetzte übergeführt, das Instrument in chromatischer Beziehung übercorrigirt. Es wurde bemerkt, man würde es in der Regel so finden, wenigstens fand M o h l dieses bei Untersuchung einer Anzahl von Mikroskopen, die aus den Werkstätten von F r a u n h o f e r, P l ö s s l, O b e r h ä u s e r

und Amici hervorgegangen waren und zwar be allen Linsencombinationen derselben, mit Ausnahme zweier Amici'scher Objective, welche übrigns ka um als normal construirte Objectivsysteme betrachtet werden können, insoferne Amici zu einem derselben eine Hülfslinie verfertigte, durch welche dasselbe ebenfalls übercorrigirt wird, und das zweite, welches ein sehr dickes Deckglas erfordert, beinahe mehr den Zweck hat, den Einfluß der Deckgläser in einem frappanten Grade deutlich zu machen, als vielfach zu Beobachtungen verwendet zu werden.

Wir haben übrigens schon oben angeführt, daß diese Uebercorrektion nur dann Statt findet, wenn die Röhre des Mikroskopes eine gewisse Länge überschreitet, daß sie mit der Verkürzung der Röhre mehr und mehr abnimmt und bei noch weiterer Verkürzung in die entgegengesetzt Erscheinung übergeht.

Die Uebereinstimmung welche, alle von Mohl untersuchten Mikroskope darin zeigen, daß sie bis auf einen gewissen Grad in Hinsicht auf Färbenzerstreuung übercorrigirt sind, ist gewiß keine zufällige, sondern weis't darauf hin, daß die Verfertiger derselben es für das mikroskopische Sehen zuträglicher fanden, diese Farbenabweichung übrig zu lassen, als die entgegengesetzte. Dafür läßt sich auch ein bestimmter Grund anführen. Man betrachtet einen Körper, der wie dieses bei organischen Kärpern meistens der Fall ist, dünnere, vertiefte Stellen, welche im durchscheinenden Lichte heller erscheinen, und dickere, erhabene Stellen hat, welche bei jener Beleuchtung sich dunkler zeigen. An der Grenze dieser helleren und dunkleren Stellen wird man mit einem in chromatischer Beziehung übercorrigirten Mikroskope einen bläulichen, mit einem untercorrigirten einen röthlichen Saum verlaufen sehen. Die letztere Farbe wird als die hellere und grellere dem Auge unangenehmer sein, als die erstere. Auf die Schärfe des Bildes hat die Sache

wohl keinen Einfluß, wie z. B. das vorhin angeführte untercorrigirte Amici'sche Objectiv ein ebenso scharfes Bild giebt, als wenn es durch die Hülfslinie übercorrigirt wird; allein daß das Auge bei der ersteren Einrichtung einen weniger unangenehmen Eindruck erhält, dafür spricht offenbar die Uebereinstimmung, mit welcher alle die angeführten Instrumente von ihren Verfertigern übercorrigirt wurden.

Bei Wiederholung der angeführten, an Quecksilberkügelchen angestellten Beobachtungen wird vielleicht mancher, der sein Mikroskop für ein achromatisches hielt, durch die starken Farbensäume, die dasselbe zeigt, überrascht sein, und an diesem Umstande einen sehr wesentlichen Fehler zu finden glauben. Ein Fehler ist diese Farbenzerstreuung allerdings, allein derselbe wird bei Betrachtung der gewöhnlichen Objecte, bei welchen sich keine so grelle Lichter neben schwarzen Stellen finden, in einem verhältnißmäßig nur unbedeutenden Grade hervortreten. Auch ist zu bemerken, daß die Schärfe des Bildes nicht im geraden Verhältniß zur Achromaticität des Mikroskopes steht, sondern daß man zuweilen Instrumente trifft, in welchen die Farbenzerstreuung weit vollständiger, als in andern, gehoben ist, und welche dennoch ein weit weniger scharfes Bild geben. Den wahren Prüfstein der Brauchbarkeit des Instrumentes bilden daher immer schwierige Probeobjecte; die vorhin angeführten Prüfungsmethoden zeigen dagegen, wo Fehler enthalten sind, und können in vielen Fällen das Mittel an die Hand geben, dieselben durch passende Anwendung von Deckgläsern, Correctionslinsen, Verkürzung und Verlängerung der Röhre zu corrigiren *).

*) Mohl zeigt an einem Biespiele, wie bedeutend solche auf genaue Kenntniß der Beschaffenheit des Bildes sich stützende Correctionen wirken können. Ein Freund von ihm erhielt vor

Ein weiterer, sehr gewöhnlicher Fehler, besonders bei starken Objectiven, ist falsche Centrirung derselben in ihren Fassungen und falsche Centrirung der Fassungen untereinander und zum Körper des Mikroskopes. Die Theorie muß die Forderung stellen, daß die Achse aller Linsen mit der Achse der Mikroskopröhre zusammenfalle; allein bei der geringen Größe der Mikroskopobjective hat man kein mechanisches Mittel, um namentlich bei sehr kleinen Concavlinsen dieser Forderung volles Genüge zu leisten, und es ist reiner Zufall, wenn es geschieht. Wie weit die Objective der besten Werkstätten von richtiger Centrirung abweichen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man starke Objective an den Mikroskopkörper anschraubt, das Object in die Mitte des Gesichtsfeldes bringt und nun das ganze Objectivsystem etwas um seine Achse dreht (wobei man es natürlicher Weise etwas losschrauben muß), oder wenn man die einzelnen Linsen gegen einander dreht, oder wenn man im Falle, daß das Mikroskop diese Bewegung zuläßt, die ganze Mikroskopröhre um ihre Achse dreht. Wären die Linsen und die Fassungen gehörig centrirt, so müßte das Bild in der Mitte des Gesichtsfeldes stehen bleiben; das wird aber bei der großen Mehrzahl der Mikroskope nicht entfernt der Fall sein, son-

---

einiger Zeit ein schön gearbeitetes Mikroskop von Oberhäuser, welches Mohl an Probeobjecten prüfte. Es war keine Möglichkeit, mit den stärksten Objectiven auf den Schuppen von **Hipparchia Janira** die Querlinien zu sehen, und die Beschaffenheit des Bildes zeigte, daß das Instrument in sphärischer Beziehung übercorrigirt war. Die Röhre des Mikroskopes war 9″ lang. Er schraubte nun die Objective an ein Mikroskop an, dessen Röhre sich verkürzen läßt, und nun zeigten sie mit den gleichen Ocularen, als er die Röhre um $1\frac{1}{2}$ Zoll verkürzte, jene Querlinien auf's deutlichste und schöner, als er sie je mit einem nicht von Amici verfertigten Mikroskope gesehen hatte.

dern es wird das Bild einen excentrischen Kreis beschreiben, welcher bei starken Objectiven oft so groß ist, daß ein Theil desselben außerhalb des Gesichtsfeldes fällt. Eine solche fehlerhafte Centrirung kann nicht anders als schädlich auf die Reinheit des Bildes wirken, indem sie mehr oder weniger mit Verzerrung des Bildes nach einer Seite hin verbunden ist. Besitzt man Objective, die auf eine sehr bemerkbare Weise an diesem Fehler leiden, so liegt natürlicher Weise der Wunsch der Verbesserung nahe; allein diese ist schwer. Bei der geringen Größe der Fassungen, und bei der geringen Entfernung der Linsen eines Systems von einander ist nicht daran zu denken, daß man durch Druck- und Stellschrauben die Stellung der Linsen zu einander und zu der Mikroskopröhre corrigiren kann, wenigstens müßte die ganze Art der Fassung eine von der gegenwärtig üblichen gänzlich verschiedene sein. Man müßte also neue, sorgfältiger gearbeitete Fassungen machen lassen, wenn man in diesen den Fehler auffindet, oder den Linsen in den Fassungen eine andere Lage geben; zu beiden kann man aber in den wenigsten Fällen rathen, denn bei dem großen Einflusse, welchen auch nur sehr geringe Aenderungen der gegenseitigen Entfernung der Linsen auf das mikroskopische Bild äußern, wird man große Gefahr laufen, die Leistungen derselben eher zu vermindern, als zu erhöhen. Ein Hülfsmittel, welches Amici an seinen neueren Mikroskopen anbrachte, das aber freilich nur ein unvollkommenes ist, besteht darin, daß er die Röhre durch eine Bajonettverbindung am Stative befestigt und sie dadurch um ihre Achse drehbar macht. Man findet auch wirklich, daß man in einzelnen schwierigen Fällen, z. B. bei schwer zu sehenden Linien von Schmetterlingsschuppen, zuweilen ein deutlicheres Bild erhält, wenn man das Mikroskop um einen gewissen

Winkel dreht und das Object wieder in die Mitte des Gesichtsfeldes bringt. Der Nutzen dieser Procedur scheint darauf zu beruhen, daß man durch dieselbe diejenige Stelle des Objectives, welche die geringste Abweichung zeigt, rechtwinklich auf die Richtung der zu beobachtenden Linien zu stellen im Stande ist; hierbei muß jedoch bemerkt werden, daß Amici eine andere Erklärung giebt, indem er Mohl in Beziehung auf dieses Verfahren schrieb, er hätte diese Einrichtung getroffen, damit man durch eine Abweichung des Anges eine entgegengesetzte des Instrumentes ausgleichen könne.

Endlich macht Mohl auf einen Umstand aufmerksam welcher, wenn er an einem Objective eintritt, sehr übel ist. Es begegnete ihm schon vor geraumer Zeit, daß er von einem der ersten Optiker vortreffliche Objective erhielt, in welchen allmählig eine Trübung eintrat, welche eine sehr beträchtliche Verschlechterung des Bildes nach sich zog. Eine mikroskopische Untersuchung der Linsen zeigte, daß sich in dem canadischen Balsam, mit welchem sie zusammengekittet waren, sehr viele kleine Crystallgruppen gebildet hatten. Er kittete die Linsen auf's Neue mit canadischem Balsam zusammen, allein die Erscheinung wiederholte sich nach einiger Zeit; das Flintglas lief auf der Seite, an welcher es mit dem Balsam in Berührung stand, farbig an und die Objective waren verloren. Das zu diesen Linsen verwendete Flintglas war schlecht, es wurde wahrscheinlicherweise ein Theil desselben (vielleicht Blei) durch die als Säuren functionirenden Harze des Balsams aufgelös't. Bei gutem Flintglase tritt niemals etwas der Art ein, weßhalb auch die Methode, die Linsen mit Canadabalsam zu verkitten, an und für sich nicht zu verwerfen ist. Es handelt sich nun um die Frage, ob die Objective, an welchen dieser Zustand eintritt, noch zu erhalten sind.

Man verwechsele diese auf Ausscheidung von Crystallen beruhende Trübung der Objective nicht mit einer andern, die leicht eintritt, wenn die Linsen nicht zusammengekittet sind, und welche darauf beruht, daß sich eine ölartige Substanz in kleinen Tröpfchen dem Flintglas und Kronglas absetzt. Diese Substanz läßt sich leicht mit Alkohol abwaschen, und insofern ist die Sache ohne Bedeutung; allein man wird durch diesen Zufall genöthigt, die Fassungen der Linsen zu öffnen, was immerhin eine unangenehme und difficile Operation ist. Es sollte kein Mikroskop mit nicht zusammengekitteten Linsen verfertigt werden.

Bei der Beurtheilung des Werthes, den ein Mikroskop für die Untersuchung schwieriger Objecte besitzt, ist es jedoch nicht hinreichend, seine Objective zu untersuchen und zu ermitteln, ob und von welchen Fehlern dieselben etwa in Hinsicht auf Aberration, Centrirung u. s. w. behaftet sind, sondern es kommt vor Allem darauf an, sich davon zu überzeugen, ob man von einem Mikroskope ein gewisses Maß der Leistungen, wie es durch die Erfahrung als erreichbar festgestellt ist, erhalte, oder nicht. In dieser Beziehung ist es vom höchsten Werthe, eine gewisse Zahl von Probeobjecten (Testobjecten) genau zu kennen, um an ihnen die Güte eines Mikroskopes genau bemessen zu können. Am leichtesten wird zwar dieser Zweck durch Vergleichung desselben mit einem Instrumente von anerkannter Güte erreicht; allein auch ohne eine solche kann durch Untersuchung von Probeobjecten, welche nur bei einer gewissen Güte des Instrumentes ein bestimmtes Detail erkennen lassen, namentlich wenn sie dem Beobachter von früheren Untersuchungen her genau bekannt sind, ein richtiges Urtheil über die Güte eines Instrumentes gewonnen werden.

Ehe wir jedoch auf die Besprechung tauglicher Probeobjecte eingehen, wird es nöthig, vorher einige Bemerkungen über die Eigenschaften, welche **Dr.** Goring mit den Ausdrücken der definirenden und penetrirenden Kraft des Mikroskopes (**defining and penetrating powers**) bezeichnete, vorauszuschicken. Unter definirender Kraft, sagt **Dr.** Goring, verstehe er „nichts Anderes, als das Freisein von beiden Arten von Aberration," und unter penetrirender Kraft „einen großen Oeffnungswinkel" (**Microsc. illustr., p.** 249). Diese Erläuterung ist mehr eine Erklärung des Grundes, als eine Beschreibung der Erscheinungen. Deutlicher ist es vielleicht, wenn man sich dahin ausspricht, daß von der definirenden Kraft des Mikroskopes die deutliche Erkennung der Umrisse und der Form der Körper, von der penetrirenden Kraft die Erkennung der feinen Structur derselben abhängt. Beide Eigenschaften können mit einander bei demselben Instrumente verbunden sein, welche Vereinigung demselben natürlicherweise einen großen Vorzug ertheilt; sie müssen aber nicht in gleichem Grade bei demselben Instrumente sich finden, sondern es kann eine dieser Eigenschaften über die andere weit vorherrschen. Dr. Goring zieht in dieser Beziehung eine Parallele zwischen dem Mikroskope und dem Fernrohre, welche vielleicht manchem Leser die Sache deutlicher zu machen im Stande ist. Ein Fernrohr mit großer Oeffnung, wenn es auch keine richtige Form habe, zeige Nebelflecken und Sterngruppen, welche mit einem kleinen Fernrohre von der besten Art völlig unsichtbar seien; das letztere werde dagegen Doppelsterne und anderes kleines Detail zeigen, welche das erstere durchaus nicht deutlich zu machen im Stande sei. Auf gleiche Weise werde ein Mikroskop von kleinem Oeffnungswinkel ein emaillirtes Zifferblatt, die Umrisse von glänzenden Schuppen

von Insecten u. s. w. sehr genau zeigen; dagegen werde man bei gestreiften Objecten von demselben ganz im Stiche gelassen, während ein anderes von großem Oeffnungswinkel, wenn es auch starke Aberrationen habe, doch viele von den letzteren Objecten (wenn auch weniger gut, als ein aplanatisches und achromatisches Instrument) zeige, während es bei der Probe mit dem Zifferblatte oder einem Stücke eines Diamantkäfers seine Unvollkommenheiten auf die auffallendste Weise zu erkennen gebe und einen völligen Mangel an definirender Kraft zeige.

Diese Untersuchung der definirenden Kraft, wie sie Dr. Goring aufstellte, ist vollkommen begründet. Man wird sich, wenn man die Erscheinungen zuerst im Groben an Instrumenten, welche entschieden mangelhaft sind, kennen gelernt hat, die Fähigkeit, die feineren Verschiedenheiten aufzufassen, vielleicht am besten durch Vergleichung von Mikroskopen, die aus verschiedenen Werkstätten hervorgingen, erwerben, indem es scheint, daß der eine Optiker je nach seinen Absichten von den Leistungen, die ein Mikroskop haben soll, und je nach der Beschaffenheit der Probeobjecte, an welchen er seine Mikroskope prüft, mehr auf die Erreichung der einen, der andere mehr auf die Erreichung der andern dieser Eigenschaften hinarbeitet. So zeigen z. B. die Mikroskope des Fraunhofer'schen Institutes und von Oberhäuser ein Vorherrschen der definirenden Kraft, die von Plössl und Amici dagegen ein Vorherrschen der penetrirenden Kraft.

Die Anzahl der organischen Körper, welche in ihrer Structur ein so feines Detail erkennen lassen, daß sie zur Prüfung der Mikroskope verwendet werden können, ist natürlicherweise unendlich groß; es ist aber zweckmäßig, unter denselben eine bestimmte Auswahl von solchen Gegenständen, die man sich

überall mit Leichtigkeit verschaffen kann, und deren Untersuchung einen bestimmten Grad von Vollendung des Mikroskopes erfordert, zu treffen, um Jeden in den Stand zu setzen, ohne directe Vergleichung seines Instrumentes mit andern den Grad seiner Leistungen ermitteln zu können. Eine Aufzählung und Characterisirung einer Anzahl solcher Probeobjecte wird daher nicht überflüssig sein. In dieser Hinsicht wird jeder mikroskopische Beobachter wohl daran thun, nur ein oder ein paar Probeobjecte zu seinem Gebrauche sich auszuwählen, indem er dieselben durch häufige Untersuchung in allen ihren Verhältnissen auf's genaueste kennen lernt und dadurch in den Stand gesetzt wird, sich mittelst derselben ein weit richtigeres Urtheil über die Güte eines der Prüfung unterworfenen Mikroskopes zu fällen, als wenn er vielerlei Probeobjecte benutzt.

Mohl zieht unter den bisher vorgeschlagenen Probeobjecten einige, die er durch Amici kennen lernte, allen übrigen und namentlich den von Goring eingeführten vor, indem sie die penetrirende Kraft des Mikroskopes, auf die es bei der Beurtheilung seines Werthes vorzugsweise ankommt, sicherer erkennen lassen.

Amici gebraucht gewöhnlich zur Prüfung der stärkeren Objective bei durchgehendem Lichte die Schuppen von den Flügeln des Weibchens von **Hipparchia Janira**. Es sind zwar dieselben in Hinsicht auf die Schwierigkeit der Beobachtung einander nicht völlig gleich, sie zeigen aber auch keine großen Unterschiede; besser wird man thun, wenn man die gelbgefärbten, als die braunen Schuppen zur Beobachtung wählt *). Man sieht mit schwächeren Vergrö-

*) Es ist überhaupt allgemeine Regel, daß man, wenn ein Schmetterling heller und dunkler gefärbte Schuppen un-

ßerungen, d. h. mit solchen, die nicht über 200mal im Durchmesser steigen, mit Leichtigkeit Längenstreifen auf denselben. Diese Längenstreifen müssen, wenn das Mikroskop gut sein soll, bereits mit einer etwa 44 maligen Vergrößerung vollkommen deutlich sein. Mit Vergrößerungen, die nicht über 200 steigen, sieht man an diesen Schuppen nichts weiter; dagegen muß man, wenn die stärkeren Vergrößerungen sehr gut zu nennen sein sollen, bereits mit einer 220maligen, deutlicher aber mit einer 300maligen Vergrößerung zwischen den Längenstreifen sehr nahe an einander liegende Querstreifen sehen, und zwar auf allen Schuppen und an allen Stellen derselben. Wenn das Instrument für ausgezeichnet gut erklärt werden soll, so müssen sowohl die Längen- als die Querstreifen ganz scharf, wie die Linien eines Kupferstiches, erscheinen und es soll keine Spur eines körnigen Aussehens vorhanden sein. Diese Probe ist, ungeachtet die Querlinien nur $\frac{1}{1200}$ Millimeter auseinander stehen, in der That eine schwierige; es bestehen dieselbe nur wenige Mikroskope, und man darf jedenfalls in Beziehung auf Beleuchtung, Dicke der Deckgläser u. s. w. keine Vorsicht vernachlässigen. Vollständig bestanden unter den von Mohl untersuchten Mikroskopen diese Probe nur die Mikroskope von Amici, Plößl und ein einziges von Oberhäuser, wobei er aber an den Plößl'schen und an den Oberhäuser'schen kleine Correctionen angebracht hatte, welche nöthig waren, um diese Querlinien deutlich zu machen; andere Oberhäuser'sche und, wie Schleiden bemerkt, dessen Schiek'sches Mikroskop bestanden die Probe auf eine nicht befriedigende Weise; ein Nachet'sches Linsensystem, welches Mohl an ihnen

---

ter einander hat, die helleren als Probeobject wählt. Sie sind immer schwieriger, als die dunkler gefärbten.

prüfte, zeigte, ungeachtet der colossalen Vergrößerung, die es gab, die Querlinien ebenfalls nur an einzelnen Stellen und höchst unvollkommen. Mit einfachen Linsen und Doublets konnte er die Querlinien gar nicht sehen. Man kann dieses Probeobject als ein sehr werthvolles betrachten, indem es die Grenze bezeichnet, in deren Nähe die penetrirende Kraft vieler neueren Mikroskope endigt, und welche nur von verhältnißmäßig wenigen überschritten wird, so daß es das Zeichen eines bei'm gegenwärtigen Stande der Sache sehr guten Instrumentes ist, wenn man jene Querlinie scharf und deutlich sieht.

Wenn das vorhin beschriebene Object als ein schwieriges zu betrachten ist, so muß dagegen eine andere Art von Schuppen, die sich auf der obern Seite der Flügel des Männchens von **Hipparchia Janira** finden, und auf welche ich ebenfalls durch Amici aufmerksam gemacht wurde, als ein sehr schwieriges bezeichnet werden. Es sind dieses sehr lange, schmale, dunkelbraun gefärbte, sehr wenig durchsichtige Schuppen, welche unten in ein zugerundetes Ende, das einen fadenförmigen Ansatz trägt, nach oben in eine gefrans'te, lang vorgezogene Spitze auslaufen. Diese Schuppen zeigen mit den stärksten Amici'schen Objectiven und schiefer Beleuchtung etwa 20 bis 30 sehr nahe an einander liegende Längenstreifen. Querstreifen, welche ohne Zweifel vorhanden sind, konnte Mohl nicht sichtbar machen; allein schon, um jene Längenstreifen deutlich zu sehen, ist ein Instrument erster Klasse nothwendig.

Nach Beschreibung dieser Amici'schen Probeobjecte, von welchen man namentlich das erste nicht genug empfehlen kann, gehen wir zu der von **Dr.** Goring (**Micr. cabinet. p. 135**) angegebenen über. Zu den in Hinsicht auf die zur Erkennung derselben nothwendige penetirender Kraft des Mi=

kroskopes leichten rechnet er die Schuppen von **Lepisma saccharinum** und **Petrobius marinus**, auf welchen man Längenstreifen und schiefe Streifen sieht. Mohl kennt nur die ersteren und kann sie nicht als ein gutes Probeobject empfehlen, indem das an denselben zu erkennende Detail schon bei schwachen Vergrößerungen sichtbar ist. Er sieht nämlich auf den größeren Schuppen die Streifen schon bei einer 30maligen und auf den feinsten Schuppen bei einer 100maligen Vergrößerung sehr deutlich. Es spricht sich der Unterschied zwischen verschiedenen Mikroskopen, welche an diesem Objecte geprüft werden, nur durch größere oder geringere Reinheit des Bildes aus; diese Unterschiede lassen sich nicht scharf auffassen und beschreiben, sondern nur durch unmittelbare Vergleichung der Mikroskope ermitteln; es passen daher diese Schuppen, welche ohnedies unter sich sehr ungleich sind, nicht dazu, daß entfernt wohnende Beobachter mittelst derselben eine Vergleichung ihrer Mikroskope vornehmen können.

Als Probeobjecte von mittlerer Schwierigkeit betrachtet Goring die Schuppen von **Morpho Menelaus**, **Alucita pentadactyla**, **At. hexadactyla**, **Lycaena Argus** und **Tinea vestianella**. Diese Objecte können jedoch in Hinsicht auf die Schwierigkeit ihrer Untersuchung und den Werth, welchen sie für die Prüfung der Mikroskope haben, einander durchaus nicht gleich gestellt werden.

Die im reflectirten Lichte blauen, im durchgehenden Lichte braungelben Schuppen der oberen Seite des Flügels von **Morpho Menelaus** sind ein sehr leichtes Object, und man begreift nicht, wie Goring dasselbe für schwerer, als die Schuppen von **Lepisma**, erklären konnte. Schon mit einer 30fachen Vergrößerung eines Amici'schen oder Plössl'schen Mikroskopes sieht man auf denselben Längen- und Quer-

streifen; jedoch ist bei dieser Vergrößerung das ganze Bild noch zu klein, als daß man eine deutliche Vorstellung vom Objecte erlangen könnte. Dagegen läßt man eine 40fache Vergrößerung der genannten Mikroskope bereits alles Detail erkennen.

Ein bedeutend schwierigeres Object bilden die Schuppen von **Tinea vestianella.** Goring räth, nur die schmalen Schuppen von der untern Seite des Flügels als Testobject zu benutzen, indem die übrigen zu leicht seien. Er betrachtet dieselben nicht als ein sehr schwieriges Object, glaubt aber, es gehöre ein ausgezeichnetes Instrument dazu, die Linien scharf und rein zu sehen. Man möchte im Gegentheile sagen, es sei ein Instrument ganz schlecht, wenn es diese Linien nicht vollkommen deutlich erscheinen läßt. Man sieht bei den schwierigsten dieser Schuppen mit einer 66fachen Vergrößerung eines Amici'schen Mikroskopes Andeutungen ihrer Längenstreifen, und mit einer 100fachen Vergrößerung eines Amici'schen oder Plößl'schen Mikroskopes vollkommen scharf gezogene Linien, die jedoch in den feinsten Schuppen noch außerordentlich zart erscheinen. Mit einer 148 fachen Vergrößerung sind endlich in allen Schuppen die Linien ungemein deutlich. Uebrigens bilden sie kein gutes Object, da die verschiedenen Schuppen zu ungleich sind.

Die Schuppen von der obern blauen Seite der Flügel von **Lycaena Argus** sind von dreierlei Art. Breite, im reflectirten Lichte blaue, im durchgehenden citronengelb gefärbte; ferner lange, schmale, im reflectirten Lichte gelbbraun, im durchgehenden grau und dunkel gefärbte und endlich kurze, ovale, am einem Ende zugespitzte, ungefärbte, mit etwa 40 in Linien stehenden, großen, dunkeln Puncten versehene Schuppen.

Goring glaubt, die gelben Schuppen hätten nichts Bemerkenswerthes; hierin ist aber Mohl ganz

anderer Ansicht, denn das gleich Anzuführende zeigt, daß sie zu den besten Probeobjecten gehören. Goring scheint dieselben nie mit einem Mikroskope von großer penetrirender Kraft untersucht zu haben.

An den im durchgehenden Lichte gelbgefärbten Schuppen sah Mohl mit einem Amici'schen Mikroskope bei 58facher Vergrößerung Andeutungen von Längenstreifen, bei 66facher Vergrößerung eine sehr feine Streifung und bei 100facher Vergrößerung die Streifen sehr gut. Da diese Schuppen sehr gleichförmig gebildet sind, so sind sie für solche schwächere Vergrößerungen ein sehr gutes Object.

Dieselben Vergrößerungen lassen auch auf den dunkelgefärbten, langen Schuppen ungefähr mit gleicher Leichtigkeit Längenstreifen entdecken. Auch diese Schuppen kann man wegen ihrer weit größeren Gleichförmigkeit denen von Tinea vestianella weit vorziehen.

Diese dunkelgefärbten Schuppen können zugleich auch zu Prüfung stärkerer Vergrößerungen dienen, indem sie mit sehr feinen, in kleinen Entfernungen von einander stehenden Querlinien versehen sind, von welchen bei schwächeren Vergrößerungen keine Spur zu sehen ist. Mit einem großen Plössl'schen Mikroskope, welches mit 6 Objectiven versehen ist, konnte Mohl mit den stärksten Objectiven (4 bis 6) bei einer Vergrößerung von 225 diese Querlinien noch nicht sichtbar machen; mit den neueren Plössl'schen Objectiven (5 bis 7) sind bei 300maliger Vergrößerung Andeutungen derselben zu sehen. Bei Anwendung der zuletzt genannten Objective am Amici'schen Mikroskope und ebenso mit den entsprechenden Amici'schen Objectiven waren diese Querlinien bei 220 bis 230facher Vergrößerung in Andeutungen und bei 290facher Vergrößerung deutlich zu sehen; vollkommen schön erschienen sie aber erst mit stärkeren Amici'schen Objectiven und 400facher Vergrö-

ßerung. Diese Schuppen können in Beziehung auf die Schwierigkeit, welche sie als Probeobject darbieten, ungefähr mit den oben beschriebenen Schuppen des Weibchens von **Hipparchia Janira** verglichen werden; sie bilden jedoch ein etwas schwierigeres Object, welches vielleicht theils aus diesem Grunde, theils wegen ihrer großen Gleichförmigkeit noch einen Vorzug vor den ersteren verdient. Sie sind, meiner Ansicht nach, als Probeobject der größten Bebachtung werth.

Die im durchgehenden Lichte gelb gefärbten Schuppen von **Lycaena Argus** bieten für starke Vergrößerungen ein noch schwierigeres Object dar, indem sie ebenfalls sehr feine Querlinien besitzen, die kaum mit einer schwächeren, als einer 400maligen Vergrößerung sichtbar zu machen und überhaupt sehr schwer zu sehen sind.

Die Schuppen von **Alucita pentadactyla** sollen vom Körper und nicht von den Flügeln genommen werden. Ihre Längenstreifen können mit den Hrn. v. Mohl zu Gebote stehenden Mikroskopen nicht auf der ganzen Fläche der Schuppe sichtbar gemacht werden, indem an einzelnen streifenförmigen Stellen der Schuppe die Textur körnig und nicht gestreift erscheint. Ihre Längenstreifen sind schwieriger, als die der zuletzt angeführten Testobjecte, zu sehen, indem es einer 112maligen Vergrößerung bedarf, um deutliche Spuren derselben, und einer 160fachen, um dieselben scharf und deutlich zu sehen.

Die Schuppen vom Körper der **Alucita hexadactyla** haben mit den vorhergehenden viele Aehnlichkeit. Mit einer 100fachen Vergrößerung war an einzelnen derselben eine sehr feine Streifung sichtbar und mit einer 150fachen trat dieselbe auf allen Schuppen deutlich hervor.

Als schwere Probeobjecte bezeichnet Goring die schmalen, an einem Ende herzförmigen, am andern Ende lang ausgezogenen und mit Fransenbüscheln versehenen Schuppen von **Pieris brassicae** und die Schuppen von **Podura plumbea.**

Die Schuppen von **Pieris brassicae** sind allerdings ein sehr schwieriges Object, allein man darf zweifeln, ob sie ein ganz passendes sind, indem man über ihre Beschaffenheit noch nicht in Uebereinstimmung ist. Goring giebt nämlich an, daß es außer den Längen- und Querstreifen noch zwei Ordnungen von diagonalen Linien auf denselben gebe, welche mit der Anwendung eines aus einem Concavspiegel von $55\frac{1}{2}^{0}$ Oeffnung bestehenden Objectives immer deutlich zu sehen seien, während Doublets und achromatische Mikroskope sie bald zeigen, bald nicht zeigen. Diese schiefen Linien bildet Goring (**Microsc. cabinet. Tab. XII.** Fig. 4, c) als sehr feine, unter rechtem Winkel sich schneidende Striche ab, giebt jedoch an (**Microsc. cabinet., p. 161**), daß er dieselben auf einigen Theilen der Schuppe breit und auf andern beinahe gar nicht gesehen habe, so daß er sie mit den Linien eines gewässerten Seidenzeuges vergleicht. Die verschiedenen Linien dieser Schuppen, die Längen- und Querstreifen und die beiden diagonalen Linienreihen seien alle nach einander bei kleinen Aenderungen der Beleuchtung zu sehen; dagegen könne man nur selten zwei dieser Liniensysteme zu gleicher Zeit sehen. Da diese schiefen Linien in einem Spiegelmikroskope so entschieden zu sehen seien, so wäre es eben so vernünftig, an ihrer Existenz zu zweifeln, als an den Linien in einem Copirbuche (**Micrographia, p. 130**). Dennoch muß man an ihrer Existenz zweifeln, sowie überhaupt an dem wirklichen Vorkommen von diagonalen Linien auf irgendwelchen Schmetterlingsschuppen und glaubn, sie seien

immer das Resultat von wellenförmigen Falten, welche die Längenstreifen an einzelnen Stellen in schiefer Projection sehen lassen.

Die Schuppen von **Podura plumbea**, welche sich als Probeobject einen großen Ruf erwarben, kann Mohl ebenfalls als solches nicht besonders rühmen. Es gehört allerdings ein gutes Instrument dazu, um überhaupt an ihnen, namentlich an den kleineren derselben, etwas zu sehen, allein die relative Güte der Mikroskope läßt sich schwer an denselben prüfen, weil nicht nur die verschiedenen Schuppen im höchsten Grade ungleich, die kleineren um sehr Vieles schwierigerer, als die größeren sind, sondern auch weil das an denselben zu erkennende Detail nicht fein genug ist, um einen guten Maßstab für die starken Vergrößerungen abzugeben. Man sieht nämlich auf denselben viele längliche, kurze Streifen, die je nach der Richtung, in der man sie sieht, in Längenlinien und schiefen Linien sich projiciren. Diese Streifen sind aber kein sehr feines Object, sondern lassen sich schon mit Instrumenten, welche von den Querlinien auf den Schuppen von **Hipparchia Janira** keine Spur zeigen, ebenso gut sehen, als mit einem Mikroskope, welches eine weit größere penetrirende Kraft besitzt. Sie passen daher wohl zur Vergleichung von minder vollkommenen Instrumenten, aber nicht zur Beurtheilung von Mikroskopen, welche einmal einen gewissen Grad der Vollendung überschritten haben.

Gegen alle organischen Probeobjecte kann man geltend machen, daß die verschiedenen Exemplare, z. B. die verschiedenen Schuppen desselben Flügels nicht die gleiche Größe und Beschaffenheit haben. Um diesem Uebelstande zu entgehen, wendete Nobert (Poggendorf's Annalen 1846, Nr. 2 S. 175) sehr fein getheilte Glasmikrometer als Probe-

objecte an. Seine Prüfungsplatte enthält 10 Gruppen von Parallellinien, welche in folgenden, in pariser Linien ausgedrückten Entfernungen gezogen sind.

1) = 0,001000 = $\frac{1}{1000}$
2) = 0,000857 = $\frac{1}{1166}$
3) = 0,000735 = $\frac{1}{1360}$
4) = 0,000630 = $\frac{1}{1587}$
5) = 0,000540 = $\frac{1}{1852}$
6) = 0,000463 = $\frac{1}{2159}$
7) = 0,000397 = $\frac{1}{2518}$
8) = 0,000340 = $\frac{1}{2941}$
9) = 0,000292 = $\frac{1}{3424}$
10) = 0,000225 = $\frac{1}{4000}$

Nobert giebt an, mit einem Mikroskope der neueren Bauart sehe man mit einer 70fachen Vergrößerung die Linien der ersten Gruppe ($\frac{1}{1000}'''$) getrennt; mit Schiek'schen und Plössl'schen (vor 1840 verfertigten) Mikroskopen sehe man die Linien der 7., zuweilen nur die der 6. Gruppe getrennt und es trete bei denselben mit einer 200fachen, höchstens mit einer 300fachen Vergrößerung das Maximum der Wirkung ein; mit den (Plössl'schen?) Mikroskopen, die nach 1840 verfertigt seien, sehe man die 8. Gruppe getrennt, und das Maximum ihrer Leistung finde bei einer 400 bis 500maligen Vergrößerung Statt. Mit seinem eigenem Mikroskope sehe man bei einer 510 bis 270maligen Vergrößerung die 8. Gruppe bei beinahe jeder Lage des Beleuchtungsspiegels zerlegt, und von der 9. sehe man bei günstiger Lampenbeleuchtung höchst zarte Andeutungen. Fraunhofer hätte mit seinen Mikroskopen auf Gittern, deren Striche $\frac{1}{714}'''$ entfernt gewesen seien, die Linien kaum mehr sehen können; da nun die jetzigen Instrumente Parallellinien von $\frac{1}{2941}'''$ Entfernung noch zeigen, so sei die optische Kraft der

25 *

Mikroskope seit Fraunhofer auf's Vierfache gesteigert werden.

Unstreitig würden solche feine Mikrometertheilungen ein vortreffliches Mittel zur Prüfung des Mikroskopes abgeben, wenn die verschiedenen, nach demselben Maße getheilten Mikrometer auf eine vollkommen gleichförmige Weise verfertigt werden könnten. Da es aber in der Natur der Sache liegt, daß je nach den Umständen (Form der Diamantspitze, Beschwerung derselben, Härte des Glases) die Linien bald flacher und heller, bald tiefer und dunkler, bald schmaler bald breiter sein müssen, so kann auch die Trennung der entsprechenden Liniengruppen verschiedener Platten nicht immer gleich leicht sein und keinen sicheren Maßstab zur Prüfung der Mikroskope abgeben. Wohl aber kann ein Beobachter, welcher eine solche Platte besitzt und sie genau kennt, dieselbe zur Prüfung der ihm vorkommenden Mikroskope benutzen; allein das Resultat, welches er von seiner Platte erhält, ist mit dem von einem Andern an einer andern Platte erhaltenen, nicht strenge vergleichbar.

Daß die penetrirende Kraft einfacher Linsen oder der Objective eines zusammengesetzten Mikroskopes nicht bloß von der Stärke der Vergrößerung, die sie geben, und von der Vollkommenheit ihrer Bearbeitung abhängig ist, sondern daß hiebei die Größe ihrer Oeffnung von hauptsächlichem Einfluß ist, zeigte Dr. Goring (Micrographia. p. 160) dadurch, daß er an einem Objective von $\frac{9}{10}''$ Focus und $\frac{1}{2}''$ Oeffnung Blendungen von verschiedener, bis auf $\frac{1}{10}''$ abnehmender Weite anbrachte, wobei es sich zeigte, daß mit der letzteren Blendung auf den Schuppen vom Menelaus die Längenstreifen noch gar nicht sichtbar, daß mit der Vergrößerung der Oeffnung dieselben mehr und mehr ihr körniges Aussehen verloren und

daß endlich bei voller Oeffnung auch die Querlinien sichtbar wurden.

Unter diesen Umständen ist es von Interesse, den Oeffnungswinkel eines Objectives messen zu können. Zu diesem Zwecke hat Lister (**Philos. transact.** 1830, **p.** 190) ein sehr einfaches Mittel angegeben. Man stellt ein brennendes Licht in der Richtung der Achse eines horizontalliegenden Mikroskopes einige Ellen vor seinem Objective auf und stellt das Objectiv auf eine als Object dienende Nadel ein; nun dreht man das Mikroskop um diese Nadel als Mittelpunct so weit seitwärts, bis das von der Kerze kommende Licht nur noch die eine Hälfte des Gesichtsfeldes erleuchtet, und dreht alsdann dasselbe so weit auf die andere Seite, bis die entgegengesetzte Hälfte des Gesichtsfeldes allein erleuchtet ist. Der Winkel, um welchen man bei dieser letzten Bewegung das Mikroskop drehte, entspricht dem Oeffnungswinkel des Objectives. **Dr.** Goring beschreibt (**Microsc. illustrat.** p. 292) die zu diesem Behufe dienende mechanische Vorrichtung, von welcher Fig. 173 eine Abbildung giebt. **a** bezeichnet die in der Richtung der Achse der Mikroskopröhre **e** stehende Kerze, **c** bezeichnet den Focus des Objectives, f eine Platte, auf welcher die Mikroskopröhre befestigt und mit welcher sie auf der untern Platte **g** um die Achse **k** seitwärts drehbar ist; **h** bezeichnet die als Object dienende Nadel, welche durch die Schraube **i** in die Richtung der Achse **k** gestellt werden kann. Auf der unteren Platte **g** ist ein Abschnitt eines Kreisbogens befestigt, an welchem man die Größe der der Platte f ertheilten seitlichen Bewegugn ablies't.

Bedeutend schwieriger, als die Beurtheilung der penetrirenden Kraft des Mikroskopes ist die Beurtheilung seiner definirenden Kraft. Während man nämlich an den besprochenen Probeobjecten ein sehr scharfes Mittel hat, um die penetrirende Kraft zu prü-

sen, indem man sich nicht darüber täuschen kann, ob man mit einer bestimmten Vergrößerung an den Probeobjecten ein bestimmtes Detail erkennen kann, oder nicht, so verhält es sich mit der Erforschung der definirenden Kraft wesentlich anders, indem hier nur eine Schätzung Statt findet. In dieser Beziehung kann nur durch lange Uebung und durch Vergleichung verschiedener Instrumente eine gewisse Sicherheit des Urtheils erworben werden.

Extreme Unterschiede in der definirenden Kraft sind leicht zu erkennen, und man wird, um sich von den hier zu besprechenden Erscheinungen eine deutliche Vorstellung zu erwerben, am besten thun, zuerst einige Objecte mit einem Mikroskope zu betrachten, welches einen ganz entschiedenen Mangel an definirender Kraft zeigt. Zu diesem Behufe wähle man ein Instrument, dessen Objectiv eine zn große Oeffnung besitzt, oder ein Mikroskop denssen Objectnv ein Deckglas erfordert, und welches man beobachtete dnrch die untere Linse eines Dublet, von welchem man die obere Linse und die Blendung abschraubte. Man kann mit solchen Instrumenten häufig das an den Objecten, z. B. an Schmetterlingsschuppen, zu erkennende Detail noch ganz erträglich sehen, es wird dagegen das Bild in Hinsicht auf die Schärfe der Umrisse so schlecht als möglich sein, die Ränder desselben werden verwaschen, die dunkeln Partien des Objectes von einem Lichtnebel überzogen und von den helleren nicht scharf abgegrenzt sein. Ein Mikroskop dagegen, welches eine große definirende Kraft besitzt, wird das Object mit schwarzen, scharf gezeichneten Rädern zeigen, die dunkeln Partien werden frei von jedem Nebel sein, die hellen Partien werden sich scharf von den dunkeln abheben und es wird die ganze Form klar hervortreten. Man möchte diese Verschiedenheiten mit dem Unterschiede vergleichen, welcher zwischen einem

scharfen schwarzen Drucke auf gutem Papiere und einer mit stumpfen Lettern und grauer Schwärze auf wolligem Papiere abgedruckten Schrift Statt findet.

Besitzt man Objective, welche ein Deckglas erfordern, welche also in sphärischer Beziehung untercorrigirt sind, so kann man sich über die mit der Dicke des Deckglases steigende Zunahme der definirenden Kraft unterrichten, wenn man dasselbe Object zuerst ohne Deckglas und dann unter Deckgläsern von allmählig steigender Dicke betrachtet. Hiebei wird man deutlich bemerken, daß die definirende und penetrirende Kraft einander nicht durchaus parallel gehen. Wie schon bemerkt, kann ein Mikroskop ohne Deckglas oder durch ein zu dünnes Deckglas schon eine weit gehende penetrirende Kraft zeigen, und es wird mit der Zunahme der Dicke des Deckglases sehr rasch die penetrirende Kraft zunehmen, während die definirende Kraft vielleicht weit langsamer vorschreitet. Bei einem ganz guten Instrumente soll allerdings das Maximum der penetrirenden und definirenden Kraft zusammenfallen, oder es soll wenigstens, wenn das Maximum der penetrirenden Kraft erreicht ist, kein auffallender Mangel an definirender Kraft mehr Statt finden. Allein es kann auch in diesem Momente das Maximum der definirenden Kraft noch nicht erreicht und man kann genöthigt sein, um diesen Zweck zu erlangen, die Dicke des Deckglases auf einen Grad zu steigern, bei welchem die penetrirende Kraft bereits wieder unter ihr Maximum gesunken ist. Jedenfalls wird man unter allen Umständen finden, daß mit der Zunahme der Dicke des Deckglases über den Punct hinaus, auf welchem das Maximum der penetrirenden Kraft Statt findet, diese Kraft sehr bedeutend beeinträchtigt wird, während die definirende Kraft noch eine Zeit lang eine Steigerung der Dicke des Deckglases zuläßt, ehe eine deutliche

Abnahme der Schwärze des Bildes und der Deutlichkeit der Umrisse eintritt. Ein bestimmtes Beispiel wird vielleicht das eben Gesagte am besten erläutern. Mohl besitzt ein Amici'sches Objectiv, welches ein Deckglas von 0,25 bis 0,45 Millimeter Dicke erfordert, wenn es in Hinsicht auf Penetration das Maximum seiner Leistungen zeigen soll, und bei welcher Dicke des Deckglases auch seine definirende Kraft vollständig entwickelt ist. Mit diesem Objective sieht er schon ohne Deckglas die Querstreifen auf den langen Schuppen von **Lycaena Argus**, obgleich die Umrisse der Schuppen neblig und schlecht begrenzt sind; legt er ein 0,8 Millimeter dickes Deckglas auf, so ist die penetrirende Kraft sehr bedeutend geschwächt, von den Querstreifen ist keine Spur mehr zu sehen; dessen unerachtet hat die definirende Kraft erst in einem kaum merklichen Grade nachgelassen.

Ein analoges Mißverhältniß zwischen definirender und penetrirender Kraft zeigt sich auch bei manchen Mikroskopen, bei welchen kein Deckglas nöthig ist, indem es Instrumente giebt, welche in Hinsicht auf definirende Kraft vortrefflich, in Hinsicht auf penetrirende dagegen nicht besonders zu loben sind. Es ist dieses z. B. bei einem in Mohl's Besitze befindlichen Mikroskope des Fraunhofer'schen Institutes der Fall, welches auf den ersten Blick wegen der schwarzen Umrisse ein sehr schönes Bild zu geben scheint, allein in Hinsicht auf seine penetrirende Kraft gegen die entsprechenden Vergrößerungen z. B. eines Plössl'schen Instrumentes weit zurücksteht.

Um die definirende Kraft zu prüfen, scheinen Dr. Goring cylindrische und sphärische Körper die geeignetsten zu sein (**Micr. cabinet**, p. 154). Es mag dieses der Fall sein, jedoch stehen manche Schmetterlingsschuppen, din mit Schuppen besetzten Stellen der Flügel eines Diamantkäfers, Pollenkörner u. s. w.

den von Goring vorzugsweise empfohlenen thierischen Haaren nicht nach. Unter den Haaren räth Goring die heller gefärbten, daher vorzugsweise die von der untern Seite des Körpers vorzuziehen.

Die Testobjecte, welche Goring zur Prüfung der definirenden Kraft vorzugsweise empfiehlt, sind folgende:

1) Die Haare der Hausmaus (**Mus domesticus**). Man muß an ihnen die hellen und die dunkeln Stellen vollkommen scharf getrennt sehen.

2) Die Haare vom Flügel der Fledermaus (**Vespertilio murinus**). Sie haben das Aussehen, als beständen sie aus einer Reihe ineinandersteckender Trichter; andere sind mit einer spiralförmig verlaufenden Lamelle umgeben. Die letztere Angabe halte ich nicht für richtig; das spiralige Aussehen rührte wenigstens bei den von mir untersuchten Haaren davon her, daß die Mündungen der von dem Epidermoidalüberzuge der Haare gebildeten trichterförmigen Vorsprünge schief gestellt waren.

3) Die (oben beschriebenen) gestiefelten Schuppen von **Lycaena Argus**. Die Puncte derselben sollen scharf und deutlich getrennt gesehen werden.

Außer Goring machte auch Jacquin, welcher übrigens die penetrirende und definirende Kraft des Mikroskopes nicht unterscheidet, ein Verzeichniß der von ihm angewendeten Probeobjecte bekannt (Baumgartner's und Ettingshausen's Zeitschr. f. Phys. und Mathem. V. 135). Es sind zum Theile andere, die aber hinsichtlich des an ihnen zu beobachtenden Detail's den oben angeführten Probeobjecten weit nachstehen, weßhalb ich eine Anführung derselben für überflüssig halte.

Unterwirft man mit Hülfe von Probeobjecten ein Mikroskop der Prüfung, oder vergleicht man

mehre Objective in Hinsicht auf ihre Leistungen, so hat man vorzugsweise folgende Puncte in's Auge zu fassen.

Wenn von zwei Mikroskopen das eine ein bestimmtes Detail eines Probeobjectes bei einer schwächeren Vergrößerung, als ein zweites Mikroskop zeigt, so ist das erste das bessern. In dieser Beziehung findet ein wesentlicher Unterschied zwischen der Vergleichung zweier Mikroskope und zweier Fernröhren Statt. Bei den Mikroskopen, mit Ausnahme des Amici'schen katadioptrischen Mikroskopes, werden die verschiedenen Vergrößerungen weniger durch Anwendung verschiedener Oculare von zunehmender Stärke, als vielmehr durch Anwendung verschiedener Objective hervorgebracht, während jedes Fernrohr nur ein Objectiv hat und die verschiedenen Vergrößerungen durch den Wechsel der Oculare erzielt werden. Jedes Mikroskop repräsentirt also eben so viele einzelne Instrumente, als es Objective besitzt. Man muß deßhalb bei der Beurtheilung eines Mikroskopes nicht bloß seine absolut höchsten durch die stärksten Objective zu erreichenden Leistungenin's Auge fassen, sondern die Leistungen der einzelnen Objective mit Rücksicht auf die Vergrößerungen, die sie gewähren, untersuchen und mit den entsprechenden Vergrößerungen anderer Instrumente vergleichen. Wenngleich im Allgemeinen bei allen Mikroskopen die schwächeren Objective die besseren sind und das schärfsteBild geben, so findet dieses doch nicht durchaus Statt, sondern man wirdnicht selten finden, daß bei dem einen Instrumente die schwächeren, bei einem anderen die stärkeren Vergrößerungen die besseren sind. Vergleiche ich z. B., sagt Mohl, mein Amici'sches Mikroskop mit einem Plössl'schen, so besitzt das letztere keine den stärksten Amici'schen Objectiven entsprechende Linsencombination, und steht in allen Leistungen, zu welchen so starke Objective erforderlich sind, d. h. bei Vergrößerungen, die über 300 steigen,

hinter dem Amici'schen zurück, indem diese stärkeren Vergrößerungen bei dem Plössl'schen Mikroskope durch starke Oculare erzwungen werden müssen. Vergleiche ich dagegen die Leistungen der stärksten Plössl'schen Objective mit denen der entsprechenden Amici'scheu, welche Objective Vergrößerungen von 220 bis 300 geben, so muß ich hier den Plössl'schen einen, wenn gleich nicht bedeutenden, Vorzug geben, während wieder bei einigen schwächeren Objectivsystemen das Verhältniß sich umkehrt.

Vor Allem ist bei Beurtheilung eines Mikroskopes seine penetrirende Kraft, die Eigenschaft, das feine Detail in der Structur der Objecte zu zeigen, in's Auge zu fassen; dagegen spielt, meiner Ansicht nach, die definirende Kraft, oder die Eigenschaft des Instrumentes, das Object als plastischen Körper mit deutlicher Darstellung seiner Gesammtform zu zeigen, eine weit untergeordnetere Rolle.

Viele, welche in der Erforschung der feinen Structur der organischen Körper sich keine bedeutende Uebung erworben haben, werden bei Vergleichung zweier Mikroskope, welche in Beziehung auf die genannten Eigenschaften Unterschiede zeigen, der entgegengesetzten Ansicht sein.

Ein Mikroskop von großer penetrirender Kraft scheint hänfig bei seinen starken Vergrößerungen auf den ersten Blick ein ungefärbtes, sehr blasses, beinahe milchiges Bild zu geben; es erfordert eine äußerst feine Einstellung, indem es nur den Theil des Objectes, welcher genau in seinem Focus liegt, zeigt; es stellt die Umrisse der zu erkennenden Theile als äußerst zarte, leicht gezogene Linien dar, und es sind häufig die Farben der Probeobjecte beinahe ganz verschwunden.

Ein Mikroskop dagegen, bei welchem die definirende Kraft verhältnißmäßig stärker ist, giebt ein ganz

anderes Bild; es wird von dem Objecte nicht jenes farblose, einem Kupferstiche ähnliche, sondern ein volles, plastisches Bild zeigen, die Umrisse und die Linien des Körpers werden stärker und schwärzer, die Farben lebhafter erscheinen, es wird namentlich bei dickeren und derberen Objecten die ganze Form und die Anordnung der größeren Massen derselben leichter übersehen lassen, es wird z. B. in den Pflanzenzellen Chlorophyllkörner, die Saftströmchen mit ihren Körnern leichter hervortreten lassen.

Diese Eigenschaften lassen dem minder Geübten, namentlich wenn nicht ein schwieriges Probeobject zur Vergleichung gewählt wird, das Bild des letzteren Mikroskopes deutlicher und bestimmter erscheinen, weßhalb er demselben den Vorzug ertheilen wird.

Es ist nicht zu leugnen, daß eine solche starke definirende Kraft bei Untersuchung weniger feiner Objecte eine Annehmlichkeit darbietet, indem sie ein leichter in seinem Ganzen erkennbares Bild geben; so zog Mohl, z. B. bei vielen Untersuchungen über die Rotation des Zellsaftes bei den Pflanzen, Oberhäuser'sche Objective den Plössl'schen vor, weil sie die Saftströmchen leichter erkennen ließen. Ebenso wird man auch bei ziemlich feinen Objecten, z. B. den Schuppen von Podura, durch solche Instrumente, denen eine größere definirende Kraft zukommt, die Streifen schwärzer und scheinbar deutlicher sehen, als durch ein Mikroskop, welches eine stärkere penetrirende Kraft hat, während man, wenn man die Instrumente an schwierigeren Objecten prüft, dem letzteren den Vorzug ertheilen wird.

Ein weiterer auffallender Unterschied findet sich zwischen verschiedenen Objectiven darin, daß die einen sich mehr zur Beobachtung durchsichtiger Körper im durchfallenden Lichte, die andern mehr zur Be=

obachtung opaker Körper eignen. Dieser Unterschied ist oft so bedeutend, daß ein Objectiv für durchsichtige Körper höchst ausgezeichnet und für opake sehr mittelmäßig sein kann, und umgekehrt, und ich möchte glauben, daß dieses Verhältniß bis zu einem gewissen Grade nothwendig sei. Aus dem, was wir oben über den Gebrauch der Deckgläser anführten, erhellt, daß ein Objectiv, welches ein Deckglas erfordert, in sphärischer Beziehung untercorrigirt ist und sein muß, und daß diese Eigenschaft weit weniger der penetrirenden, als der definirenden Kraft schadet. Alle diese Objective zeigen sich bei der Beobachtung eines frei liegenden opaken Körpers höchst mittelmäßig, wenn sie nicht sehr schwach sind. Es ist also nothwendig, daß ein zur Beobachtung opaker Körper dienendes Objectiv zum mindesten vollständig in Hinsicht auf sphärische Aberration corrigirt ist, in welchem Falle seine Brauchbarkeit für durchsichtige Körper schon sehr beschränkt ist, indem schon das dünnste Deckglas der Schärfe seines Bildes schadet. Einigen Beobachtungen zu Folge glaubt Mohl annehmen zu müssen, daß ein Objectiv, welches von opaken Körpern ein ganz gutes Bild entwerfen soll, etwas übercorrigirt sein muß, durch welche Eigenschaft ein Objectiv immer für durchsichtige Körper schlecht wird, indem seine penetrirende Kraft stark darunter Noth leidet. Er muß dieses aus der Vergleichung der stärksten Objective eines Plößl'schen Hydrooxygengas-Mikroskopes mit den entsprechenden Objectiven des gewöhnlichen Plößl'schen Mikroskopes schließen. Die letzteren sind nämlich, so vortrefflich sie für durchsichtige Körper sind, für opake Körper nicht besonders gut, und sind in Hinsicht auf sphärische Aberration etwas untercorrigirt; die Objective des Glasmikroskopes sind dagegen, wenn sie an das gewöhnliche Mikroskop

angeschraubt werden, für durchsichtige Körper sehr mittelmäßig und für opake Körper ganz vortrefflich, und zugleich etwas, jedoch nicht stark in sphärischer Beziehung übercorrigirt. Die Anzahl von Vergleichungen, die er an solchen für durchsichtige Körper mittelmäßigen und zugleich für opake Körper guten Objectiven anstellen konnte, ist jedoch nicht groß genug, um mit Bestimmtheit aussprechen zu können, daß der Unterschied der für opake Körper passenden Objective gerade in dieser Uebercorrection begründet sei; so viel scheint ihm jedoch jedenfalls aus seinen Beobachtungen hervorzugehen, daß dieser Umstand einem für diesen Zweck bestimmten Objective nichts schadet.

Die Frage, welche Vergrößerung ein Mikroskop geben müsse, wenn dasselbe dem jetzigen Zustande der praktischen Optik entsprechen solle, läßt sich, so einfach dieselbe scheint, nicht leicht beantworten, indem die Leistungen des Mikroskopes bis zu einem gewissen Grade mehr von der Schärfe des Bildes, als von der Stärke der Vergrößerung abhängen. Würde die Schärfe nnd Helligkeit des Bildes bei Steigerung der Vergrößerung gleich bleiben, so wäre natürlicherweise ein Mikroskop desto besser, je stärkere Vergrößerungen dasselbe giebt, und es unterliegt gar keinem Zweifel, daß ein Mikroskop, welches eine tausendmalige Vergrößerung von derselben Schärfe, mit der unsere gegenwärtigen Mikroskope eine 100fache zeigen, gewährte, uns in den Stand setzen würde, eine Menge von Verhältnissen aufzuklären, welche uns bei'm gegenwärtigen Zustande der Mikroskope vollkommen verborgen bleiben. So wie die Sache jetzt steht, erreicht man bei Steigerung der Vergrößerung sehr bald eine bestimmte Grenze, über welche hinaus man zwar durch stärkere Oculare und Verlängerung der Röhre das Bild noch bedeutend weiter vergrö=

ßern kann, aber in Beziehung auf Erkennung seines Details nichts mehr gewinnt. Man muß im Gegentheile, wenn man einmal diese Grenze erreicht hat, zufrieden sein, wenn man nicht bei höherer Steigerung der Vergrößerung mehr an Deutlichkeit verliert, als man an Größe gewinnt. Dessen unerachtet sind diese stärkeren Vergrößerungen nicht ganz unnützlich, sondern es ist in manchen Fällen, namentlich zum Behufe der Zählung nahe an einander liegender kleiner Gegenstände, zum Behufe mikrometrischer Messungen u. s. w. von Nutzen, jene Grenze zu übersteigen; dagegen wird dieses Verfahren, wenn es sich um Erforschung der Structur eines Körpers handelt, niemals von Nutzen sein. Man erreicht bei den besten Mikroskopen diese Grenze weit früher, als man nach den gewöhnlichen Angaben glauben sollte, und es zeigt völlige Unkenntniß von den Leistungen des Mikroskopes oder Charlatanerie an, wenn einzelne Beobachter zur Unterstützung ihrer Untersuchungen anführen, daß dieselben mit Vergrößerungen von 1000 und mehr Durchmessern gemacht worden seien. Diese Grenze liegt bei den neueren Amici'schen Mikroskopen höchstens bei einer Vergrößerung von 400 Mal im Durchmesser, wahrscheinlich noch tiefer, bei dem Plössl'schen höchstens bei 300 maliger Vergrößerung und bei vielen andern noch weit tiefer. Es versteht sich hiebei von selbst, daß diese Vergrößerungen verschiedener Mikroskope unter einander nicht genau vergleichbar sind, indem sie in Hinsicht auf die penetrirende Kraft von einander abweichen, wie z. B. die Querlinien auf den Schuppen von **Hipparchia Janira** mit Plössl'schen Objectiven schon mit einer Vergrößerung von 220 sehr deutlich sichtbar zu machen sind, während sie mit den meisten Oberhäuser'schen Mikroskopen gar nicht gesehen werden können. Unter diesen Umständen läßt sich aus der

bloßen Angabe der Vergrößerung und etwa dem Zusatze, daß dieselbe noch scharf sei, bei der Unsicherheit der Beurtheilung des letzteren Punctes noch gar kein Schluß auf die Leitung eines Mikroskopes ziehen, sondern es ist ein Mikroskop desto besser, je schwächer die Vergrößerung ist, mit welcher ein bestimmtes Detail zu erkennen ist, und je stärker zugleich die Vergrößerung ist, bei welcher das Maximum seiner Leistung eintritt. In der ersteren dieser Beziehungen stehen unter den mir bekannten Mikroskopen die von Amici und Plössl und in der letzteren Beziehung die von Amici am höchsten.

Wenn man fragt, welchen Durchmesser der kleinste, mit unsern gegenwärtigen Mikroskopen noch zu erkennende Körper besitze, so ist das eine kaum zu beantwortende Frage, indem uns die Mittel fehlen, den Durchmesser der kleinsten, noch sichtbaren Körper mit erträglicher Genauigkeit zu messen. Nach dem oben Angeführten ist ein gesundes Auge im Stande, unter günstigen Umständen in 8'' Entfernung einen Körper von etwa $\frac{1}{25}$ Millimeter noch zu sehen. Würde man annehmen können, daß wir mit einer 300maligen Vergrößerung noch so scharf, wie mit bloßem Auge sehen, so wäre mit derselben ein Körper von $\frac{1}{7500}$ Millim. Durchmesser noch zu erkennen. Ob ein kugelförmiger Körper von dieser Größe durch unsere gegenwärtigen Mikroskope noch sichtbar ist, ist allerdings sehr zweifelhaft; jedoch hat man Grund zu glauben, daß die Grenze des mikroskopischen Sehens nicht weit von dieser Größe entfernt ist, und man wird ziemlich sicher gehen, wenn man mit Harting annimmt, daß die geringste Größe eines noch sichtbaren Körpers $\frac{1}{4000}$ Millim. betrage.

Daran, daß linienförmige Objecte einen noch beträchtlichen kleineren Durchmesser besitzen können, ohne unsichtbar zu werden, ist nicht zu zweifeln; wenn man die ungemeine Zartheit der Querlinien

auf manchen Schmetterlingsschuppen, z. B. von **Lycaena Argus**, in's Auge faßt und sie mit der bedeutenden Breite, unter welcher ein $\frac{1}{1200}$ Millim. großer Gegenstand erscheint, vergleicht, so wird man ihre Breite, wenn man sie zu $\frac{1}{7000}$ Millim. anschlägt, gewiß eher über-, als unterschätzen und die Annahme von Harting, daß für linienförmige Objecte die Grenze des Sichtbarseins bis zu $\frac{1}{15000}$ Millimeter hinausgerückt sei, für vielleicht nicht zu hoch gegriffen halten. Nach der Ansicht von Fraunhofer ist dem Sichtbarsein kleiner Körper durch die Größe der Lichtwellen eine bestimmte Grenze gesetzt, indem kein Körper, welcher kleiner als eine Lichtwelle wäre, das Licht reflectiren und für sich sichtbar sein könnte. Die oben berührte Unmöglichkeit, kleine Körper mikroskopisch zu messen, erlaubt bis jetzt wenigstens nicht, auf dem Wege der Erfahrung diese Theorie mittelst des Mikroskopes zu prüfen.

Von großem Werthe wäre es für die Beurtheilung der Güte eines Mikroskopes, wenn wir ein Mittel hätten, um die Schärfe und Deutlichkeit des Bildes zu messen. Nobert versuchte, dieses auf folgende Weise zu thun: Er ging von dem Grundsatze aus, daß ein ganz vollkommenes Mikroskop den vergrößerten Gegenstand mit derselben Schärfe zeigen müßte, mit welcher ihm das bloße Auge sieht, daß man also mit **m** facher Vergrößerung auch **m** mal kleinere Theile, als mit bloßem Auge, erkennen müßte. Da nun diese Vollkommenheit im Bilde niemals erreicht werde, so müsse man eine stärkere, als die unter jener Voraussetzung nothwendige Vergrößerung anwenden, um einen Gegenstand **m** mal genauer, als mit bloßem Auge zu sehen. Um auf experimentellem Wege das Verhältniß der Deutlichkeit des bloßen Sehens mit dem des mikroskopischen Sehens auszumitteln, schnitt Nobert Parallellinien auf Glas und

fand, daß dieselben, um in 10″ Entfernung bei derselben Beleuchtung wie im Mikroskope (er nahm aus dem Mikroskope die Gläser heraus und legte die Glasplatte auf den Objecttisch) gesehen zu werden, wenigstens $\frac{1}{20}$‴ von einander entfernt seiu mußten; diese Entfernung entspricht nahezu 86 Secunden, und da die Breite der Linien nahezu der Breite ihrer Zwischenräume gleich war, so wurden sie unter einem Winkel von 43 Secunden gesehen. Er berechnete nun die Vergrößerung, die nothwendig wäre, um die Linien seiner mikroskopischen Probeplatte (vergl. weiter vorn in diesem Capitel) zu sehen, wenn das Mikroskop ein eben so scharfes Bild, als das bloße Auge, geben würde, und maß diese Vergrößerung, welche er bei seinem Mikroskope anwenden mußte, um die Liniengruppen in einzelne Streifen aufzulösen; aus der berechneten und beobachteten Vergrößerung leitete er nun die Undeutlichkeit der letzteren ab. Die folgende Tabelle enthält das Resultat dieser Versuche; die Spalte E′ enthält die Entfernungen der mikroskopischen Linien, die Spalte m die berechnete Vergrößerung, unter welcher bei einem vollkommen guten Mikroskope die Trennung derselben erfolgen würde; die Spalte m′ enthält die beobachtete, hiezu nöthige Vergrößerung, die Spalte d das Verhältniß der Deutlichkeit der angewendeten Vergrößerung m′ zu der des bloßen Auges, die letztere = 1 gesetzt.

E′′	m.	m′.	d.
0′′′,00100	50	72	0,69
0,000857	58	104	0,56
0,000735	68	112	0,61
0,000631	79	170	0,46
0,000540	93	240	0,39
0,000463	108	305	0,35
0,000397	126	405	0,31
0,000340	147	510	0,29
0,000292	171	720	0,24
0,000250	222		

Nach diesen Versuchen würde also bei einer 70 fachen etwa die Hälfte, bei einer 700 fachen nicht ganz $\frac{1}{4}$ von der Deutlichkeit des Sehens mit bloßem Auge vorhanden sein. Wenn nun gleich, wegen der Verschiedenheit, welche die Linien verschiedener Mikrometer in Hinsicht auf scharfe Begrenzung, Dunkelheit u. s. w. zeigen, dieselben kaum als ein passendes Mittel erscheinen, um Mikroskope zu prüfen, so giebt doch diese Tabelle einen ungefähren Anhaltungspunct, um die mit der steigenden Vergrößerung verbundene Abnahme der Deutlichkeit des mikroskopischen Bildes zu veranschaulichen, und zeigt deutlich, wie sehr die Mikroskope in ihren Leistungen gewinnen würden, wenn es den Optikern gelänge, auch ohne die Vergrößerungen zu steigern, dem Bilde eine größere Schärfe zu ertheilen.

Wie wenig übrigens die in obiger Tabelle (in der Spalte m′) enthaltenen Zahlen, welche die anzuwendende Vergrößerung anzeigen, einen absoluten, für die verschiedenen neueren Mikroskope gleichbleibenden Werth besitzen, ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen, welche die Resultate der Untersuchung zweier N o b e r t'scher Probeplatten enthält, die ich mit meinen Mikroskopen anstellte. Die Spalte a be=

zeichnet in der obigen Tabelle unter E' die aufgeführten Liniengruppen, die Spalte b die von Robert berechneten Vergrößerungen, welche bei vollkommener Güte des Mikroskopes zur Erkennung der Linien nöthig wären, von eine Sehweite von 8'' reducirt; die Spalte c, die von Robert beobachteten Vergrößerungen ebenfalls auf 8'' Sehweite *) reducirt, die Spalten d und e die von mir beobachteten Vergrößerungen, wobei sich die Spalte d auf eine Platte bezieht, deren Striche schmäler und weniger schwarz erschienen, als bei der zweiten Platte, auf welche sich die Spalte e bezieht. Mohl's Untersuchungen dieser Platten wurden mit zwei Plößl'schen und einem Amici'schen Mikroskope angestellt; die neben den Zahlen stehenden Buchstaben P und A zeigen an, ob die angegebene Vergrößerung mittelst eines Plößl'schen oder Amici'schen Objectives erhalten wurde. Hiebei ist zu bemerken, daß diese Zahlen nicht immer das Minimum der Vergrößerung, mittelst deren die Linien zu sehen waren, angeben mögen, indem die gebrauchten Mikroskope nicht mit ausziehbaren Röhren versehen sind, also keine allmählige Steigerung der Vergroßerung zulassen; es kamen deßhalb bei'm Wechseln der Objective Sprünge in der Vergrößerung vor, und es würden ohne Zweifel in manchen Fällen die Linien auch mit Vergrößerungen fallen. In den Bemerkungen ist angegeben, ob die Linien einer bestimmten Gruppe sich als sehr feine, einander äußerst genäherte, jedoch deutlich getrennte Striche zeigten, oder ob er sie auf eine sehr deutliche und auffallende Weise sah; einigemal hat

---

*) Man muß nämlich annehmen, daß Robert die Messungen der Vergrößerungen seines Mikroskopes bei 10'' Entfernung vornahm, indem er, wie oben angeführt, seine Probeplatte mit bloßem Auge in dieser Entfernung betrachtete.

er auch durch das Wort „gestreist" angegeben, daß die Liniengruppe noch nicht in Striche aufgelös't, sondern nur mit nicht einzeln zu sehenden Streifen überzogen erschienen.

a.	b.	c.	d.	e.
1	40	58	44 A fein	44 A fein, aber sehr deutlich
			52 P sehr deutlich	
2	46	83	58 A äußerst fein	44 A fein gestreift
			66 A deuthich	58 A sehr deutlich
3	55	90	66 A fein gestreift	58 A fein gestreift
			80 P deutlich	66 A deutlich
			100 A sehr deutlich	
4	63	136	90 P sehr fein	66 A sehr fein
			100 A deutlich	97 A deutlich
			112 P sehr deutlich	
5	74	180	112 P sehr fein	100 A deutlich
			132 P deutlich	
6	86	244	188 P sehr fein	100 A sehr fein
			228 A deutlich	147 A deutlich
7	101	324	225 P fein	147 A sehr fein
			239 A deutlich	156 A deutlich
8	118	408	261 A deutlich	154 P sehr fein
			300 P deutlich	220 P deutlich
9	137	576	261 A sehr fein	220 P fein gestreift
			384 A sehr deutlich	261 A deutlich
				384 A sehr deutlich
10	178			

Die 10te Liniengruppe sah Mohl zwar schon mit 261 A deutlich gestreift, er konnte sie aber mit keiner ihm zu Gebote stehenden Vergrößerung in getrennte Linien auflösen.

Diese Nebeneinanderstellung der von Robert und von Mohl erhaltenen Resultate zeigt, daß letztere durchgängig im Stande war, die Linien mit ei-

ner schwächeren Vergrößerung deutlich zu machen, als dieses Robert gelungen ist. In wie weit an dieser Verschiedenheit abweichende Güte der von beiden benutzten Mikroskope oder der Umstand, daß Mohl bei den meisten von ihm benutzten Objectiven Deckgläser von gehöriger Dicke anwendete und überhaupt keine bei schwierigen mikroskopischen Beobachtungen zu beachtende Regel versäumte, oder endlich große Verschiedenheit der Probeplatten Schuld tragen, ist er außer Stande zu beurtheilen, da er weder die Robert'schen Mikroskope noch die von ihm benutzte Probeplatte kennt. Daß die von Robert verfertigten Probeplatten nicht ganz gleich sind, geht aus der Vergleichung der Spalten d und e hervor. Vielleicht ist es nicht überflüssig, zu bemerken, daß Robert bei seinen Beobachtungen Lampenlicht anwendete, während Mohl, da er der künstlichen Beleuchtung überhaupt gram ist, das gewöhnliche Tageslicht benutzte.

Welchen großen Nutzen die Vermehrung der Schärfe des Bildes gewährt, dafür mag folgendes, von Jacquin angeführtes, Beispiel sprechen. Es war demselben unmöglich, mit den Fraunhofer'schen Mikroskopen auf den Schuppen der Kleidermotte eine Spur von Längenstreifen zu sehen. Mit dem katadioptrischen Mikroskope von Amici waren sie mit Vergrößerungen von 120 bis 240 wohl zu sehen. Mit einem Plössl'schen Mikroskope waren diese Streifen bei Anwendung eines einfachen Objectives von 90facher Vergrößerung nicht zu sehen; dagegen waren sie bei Verbindung zweier Objective und 72facher Vergrößerung bereits gut zu erkennen, und traten bei einer Combination von drei Objectiven und einer Vergrößerung von 80 mit auffallender Klarheit hervor.

Ein weit untergeordneter Punct, als die Schärfe des Bildes und die penetrirende Kraft des Instru-

strumentes ist die vollständige Achromaticität desselben. Obgleich die Farbenabweichung bis zu einem hohen Grade gehoben sein muß, wenn das Bild scharf sein soll, so geht doch die Schärfe des Bildes mit dem Achromatismus nicht parallel; der letztere ist deßhalb von secundärer Wichtigkeit, und wenn nur das Bild scharf ist, so ist es verhältnißmäßig unwichtig, ob es farbenfrei, oder in chromatischer Beziehung unter- oder übercorrigirt ist. Es giebt Objective, welche bei schief von unten einfallendem Lichte sehr starke Farbensäume zeigen, und dennoch bei gerade von unten einfallendem Lichteein Bild von höchster Schärfe geben, während andereweit mehr achromatisch sind und in Hinsicht auf Schärfe des Bildes weitzurückstehen.

Eine weitere Rücksicht, die Mohl ebenfalls nicht in die erste Linie stellen möchte, ist die Lichtstärke. Ein auffallender Mangel derselben ist ein entschiedener Fehler, denn er giebt zu unnöthiger Anstrengung des Auges Veranlassung und hindert, bei trübem Wetter manche Beobachtungen zu machen, welche mit einem lichtstarken Instrumente noch gut ausführbar sind. Die meisten neueren achromatischen Mikroskope sind jedoch bei der Betrachtung durchscheinender Objecte mit solchen Vergrößerungen, bei welchen man in Hinsicht auf Erkennung eines feinen Details noch etwas gewinnt, von diesem Fehler frei zu nennen, indem sie bei der Beleuchtung mittelst des gewöhnlichen Tageslichtes, wenn das Wetter nicht ungewöhnlich trüb ist, bei 300 bis 500fachen Vergrößerungen noch vollkommen hinreichende Helligkeit besitzen. Den absoluten Helligkeitsgrad zu bestimmen, welchen man als Minimum vom Mikroskope verlangen soll, ist nicht leicht; Mohl stellt jedoch in dieser Beziehung die Regel, daß bei Anwendung der stärksten Objective und bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung, wenn der Beleuchtungsapparat so gestellt ist, daß man das

deutlichste Bild erhält, das Gesichtsfeld des Mikroskopes, wenn man mit dem einen Auge in das Instrumeut und mit dem andern auf ein vom Tageslichte gut erhelltes Papier sieht, zum mindesten denselben Helligkeitsgrad zeigen soll, wie ihn das freie Auge vom Papier erhält. In diesem Falle würde also die mikroskopische Beobachtung bei einer ähnlichen Beleuchtung Statt fiuden, wie das gewöhnliche Lesen und Schreiben. Diese Forderungen erfüllt ein lichtstarkes Mikroskop noch bei einer Vergrößerung von etwa 300 — 400 Mal. Die schwächeren Vergrößerungen geben natürlicherweise ein weit intensiveres Licht, welches durch Blendungen gemildert werden muß.

Um die relative Helligkeit zweier Mikroskope zu bestimmen, giebt Goring (**Micrographia. p. 114**) ein Mittel an, welches ein sehr bestimmtes, wenngleich nicht in Zahlen ausdrückbares Resultat zu geben geeignet ist. Dasselbe besteht darin, daß man die zu vergleichenden Mikroskope (ohne Beleuchtungsapparat) mit ihren Objectiven des Abends gegen dieselbe Stelle des Himmels richtet und bei zunehmender Dunkelheit beobachtet, in welchem der Instrumente das Bild eines Objectes, auf welches sie eingestellt sind, zuerst verschwindet. Dieses ist natürlicherweise das lichtschwächere. Um eine genaue, in Zahlen auszudrückende Vergleichung anzustellen, müßte man die von Steinheil erfundenen photometrischen Apparate anwenden; jedoch kann man den praktischen Nutzen einer solchen genaueren Messung nicht einsehen.

Am Schlusse dieses Capitels beschreiben wir hier noch eine Reihe ausgezeichneter Abbildungen von Probe- oder Testobjecten in sehr vergrößertem Maßstabe:

Haare des indischen Kaninchens, Fig. 257, 1, 2 u. 3. 1, unterer Theil; 2, Wurzel; 3, Spitze; Vergrößerung: 500 facher Durchmesser.

Maushaare: Fig. 258; 1, Wurzel; 2, 3, mittlere Theile; 4, Spitze. Die Vergrößerung wie die vorhergehende. — Fig. 260, das zarte, platte Haar des Thiers: 1, Wurzel; 2 u. 3 mittlere Theile, 4 Spitze: 500fache Vergrößerung.

Dermestes-Haare: Fig. 259. Man erhält dieses merkwürdige Haar von der Larve eines kleinen Käfers, den man gewöhnlich in Speck, Schinken und anderm geräucherten Fleisch findet. 1, 200fache Vergrößerung; 2, der untere Theil; 3, Spitze mit 500 fachem Durchmesser.

Fig. 261, Schüppchen von **Hipparchia Janira.**

Fig. 262, Schüppchen von **Pontia brassica** (500fache Vergrößerung).

Fig. 263, Schüppchen von **Polyommatus argiolus.**

Fig. 264, Große Schuppe von **Podura plumbea.** — Fig. 264ᵃ, Theil derselben, 1250fache Vergrößerung.

Fig. 265, Sehr kleines Schüppchen von **Podura plumbea.**

Fig. 266, und 267, Schuppen von dem Flügel einer Mücke, mit 500facher Vergrößerung.

Fig. 268, kleine Schuppe von dem **Polyommatus argiolus** (lazurblau); 500fache Vergrößerung.

Fig. 269, Schuppe von **Morpho Menelaus;** 500fache Vergrößerung.

Fig. 270, ein Theil von Fig. 262, mit 1200 facher Vergrößerung.

Fig. 271, ein Theil von den gröbern Schuppen von **Pontia brassica,** mit 1200 facher Vergrößerung.

Fig. 272, ein Theil von dem Schüppchen von **Hipparchia Janira,** in 1200facher Vergrößerung.

Fig. 273. **Navicula hippocampus,** 600fache Vergrößerung.

Fig. 274. Dieselbe, 1200fache Vergrößerung.

Fig. 275. Theil von Fig. 274, um Flecke, statt Linien, zu unterscheiden.

Fig. 276. Navicula angulata, 600fache Vergrößerung.

Fig. 277. Dieselbe, 1200fache Vergrößerung.

Fig. 278. Dieselbe, 2000fache Vergrößerung.

Fig. 279. Theil von Fig. 277, um Flecke, statt Linien, zu zeigen.

Fig. 280. Die Hälfte von dem kleinen Schüppchen von Lepisma saccharina, 500fache Vergrößerung.

Fig. 281. Dieselbe, nach noch größerm Maßstabe.

Fig. 282. Theil von einem Muskelbündel, 600fache Vergrößerung.

Fig. 283. Dieselbe, 1200fache Vergrößerung.

Fig. 284. Zur Erläuterung von Fig. 283.

Fig. 285. Navicula Spenceri, 800fache Vergrößerung.

Fig. 286. Dieselbe, 1900fache Vergrößerung. Die Entfernung zwischen den Mittelpuncten der Flecke beträgt $\frac{1}{48000}$ bis $\frac{1}{50000}$ von einem Zoll.

Fünftes Capitel.

Die Camera lucida und die Instrumente zum Nachzeichnen mikroskopischer Objecte überhaupt.

Die im 4. Cap. des ersten Abschnittes beschriebene Camera lucida besteht aus einem vierseitigen Prisma, welches in Fig. 177 im Querschnitt dargestellt worden ist, deren Seiten und Winkel ähnlich

denen, wie sie **A B C D** zeigen. Die von dem Object **M N** ausgehenden Lichtstrahlen werden, nachdem sie von den Flächen **D C**; **C B** nach dem Auge **E** reflectirt worden sind, von einem Beobachter auf **m n** zurückgeführt, so daß man dort ein Bild des Objects sieht, wenn die Strahlen auf ein Blatt weißes Papier fallen; das Prisma ist gewöhnlich in einen messingenen Rahmen auf die in Fig. 163 abgebildete Weise eingesetzt; alle Theile desselben, mit Ausnahme der Seite an dem Ocular und eines kleinen Theils an der Kante, an welche das Auge gelegt wird, sind bedeckt. Der Rahmen kann mittelst einer kurzen Röhre an eines von den Ocularen angebracht werden. Das Prisma selbst hat zwei Stellungen, die eine, um die obere Fläche horizontal zu stellen und die andere, um es zu veranlassen, daß das Bild des Objectes flach auf das Papier falle, auf welchem es gezeichnet werden soll. Gewöhnlich wird eine Linse unter der **Camera** angebracht, um die Lichtstrahlen von der Zeichnen-Bleifeder, welche zum Skizziren gebraucht wird, und von dem Gegenstande selbst unter demselben Winkel zu sehen.

Man hat mehre Versuche gemacht, um gewisse Schwierigkeiten, die aus dem Gebrauche dieses Instruments entstehen, zu vereinfachen. Einer derselben ist in Fig. 178 dargestellt; sie besteht aus einem Spiegel **M**, aus einem dünnen Stück dunkelfarbigen Glases, auf ein Stück Tafelglas gekittet und unter einem Winkel von 45° vor der ersten Linse des Oculars **E** angebracht. Das von dem Object durch die Linse **E** entweichende Licht wird durch das dunkle Glas in der Reflexion aufwärts zu dem Auge noch mehr unterstützt, und es wird auch durch das Glas das Papier etwas matter, so daß man das reflectirte Bild besser sehen kann. Ist es erforderlich, so wird eine Linse **L** unter dem Spiegel angebracht, wie

es bei dem Prisma der Fall ist. Der kleine, im 4. Cap. des 1. Abschnittes erwähnte Stahlspiegel (Fig. 164) kann die Camera ersetzen und sie sollen noch einige Vorzüge haben.

Methode der Benutzung der Camera lucida mit dem Mikroskop. — Nachdem nun das Object, welches gezeichnet werden soll, gehörig beleuchtet, regulirt und in den Mittelpunct des Gesichtsfeldes gebracht worden ist, muß man das Mikroskop in eine horizontale Stellung bringen und es in derselben befestigen. Nachdem der Deckel von dem Ocular entfernt worden ist, wird die Camera in ihrem Stand geschoben; ist das Prisma gehörig gestellt so sieht man einen Kreis von weißem Licht mit dem Object darin, auf einem Stück weißes Papier, welches auf die Tafel unmittelbar unter die Camera gelegt worden ist, wenn das Auge des Beobachters über die unbedeckte Kante des Prisma's gehalten und dessen Achse nach dem Papier auf der Tafel gerichtet wird. Soll aber das Gesichtsfeld nur theilweis beleuchtet werden, so muß das Prisma entweder um das Ocular oder mittelst der Schrauben am Rahmen um seine Achse gedreht werden, bis das ganze Gesichtsfeld beleuchtet ist.

Man muß nun eine harte, feingespitzte Bleifeder zur Hand nehmen, die, um sie gehörig sehen zu können, rings um die Spitze mit Tusch oder Tinte geschwärzt werden muß. Der Beobachter muß alsdann das Auge so nahe an die Kante des Prisma's bringen, daß er auf dem Papier zu gleicher Zeit die Bleifederspitze und das Bild des Objects sehen kann. Ist dies geschehen, so muß nun mit der Bleifeder der Umriß mit dem Object auf dem Papiere gezeichnet werden, welches, so leicht es auch in der Beschreibung erscheint, in der Praxis sehr schwierig ist; jedoch muß sich der Anfänger dadurch nicht abschrecken lassen,

weil er durch öftere Wiederholung leicht einige Uebungen erlangen wird. Zuweilen wird er finden, daß er die Bleifederspitze sehen kann, und auf einmal ist sie verschwunden, welches von der Bewegung der Achse des Auges herrührt. Man muß daher die Bleifeder auf dem Papiere festhalten und das Auge so lange bewegen, bis man die Spitze wieder sieht. Es ist daher eine Hauptbedingung zum Gelingen der Zeichnung, das Auge bis nach deren Vollendung stets in derselben Richtung zu erhalten. Für den Anfänger wird es am zweckmäßigsten sein, zuerst ein zölliges Objectivglas und irgend ein Object, z. B. ein Stück Moos, zu nehmen, welches wohl bestimmte Umrisse hat und mehre Skizzen zu machen, die man alsdann mit einander untersucht, um so sehen, wie sie mit einander übereinstimmen. Wird die Operation bei Lampenlicht gemacht, so wird es sehr zweckmäßig sein, das Object nicht zu viel zu beleuchten, sondern vielmehr das Papier, auf welchem die Zeichnung gemacht wird, entweder mittelst der Lampe und der Sammellinse, oder mittelst einer in seiner Nähe stehenden Wachskerze zu beleuchten. Wenn das Object zu verwickelt ist, um es in einer Sitzung fertig zu zeichnen, so muß das Papier auf dem Tische mittelst eines Gewichts oder auf einem Reißbrete mittelst Stiften befestigt werden. Am zweckmäßigsten ist es, Mikroskop und Papier auf einem etwa 2 Fuß langen und 1 Fuß breiten Papier zu befestigen, so daß sich beide gegenseitig nicht verschieben können, sondern nur das Bret mit beiden.

Bei den mittelst der **Camera** zu machenden Zeichnungen ist Folgendes zu berücksichtigen: Das Auge muß genau in einer Richtung gehalten werden und will man die gemachten Zeichnungen mit einander vergleichen, so muß die Entfernung zwischen dem Papier und der **Camera** stets dieselbe bleiben. Ein

kurzer Zollstock wird zwischen das Papier und das untere Ende des Mikroskopes oder des den Körper tragenden Arms gestellt, um die Entfernung zwischen beiden zu reguliren, da die Größe der Zeichnung, die mittelst der **Camera** gemacht wird, von der Entfernung zwischen ihr und dem Papier abhängt. Ehe man die **Camera** wegnimmt, ist es sehr zweckmäßig, auf einigen Puncten von dem Papier Zeichen von zwei oder mehren Theilungen des Glasmikrometers zu machen, so daß sie bei'm Messen aller Theile des Objectes als Führer dienen können. Manche versehen die ganze Zeichnung mit Quadraten, um nicht allein die Messung, sondern auch das Copiren der durch die **Camera** erlangten Zeichnung, nach einem kleinern oder größern Maßstabe zu erleichtern. Es muß bemerkt werden, daß ein genauer Umriß Alles ist, was eine **Camera** giebt, und daß die Vollendung des Bildes gänzlich von der Geschicklichkeit des Zeichners abhängt.

Gebrauch der **Camera lucida.** — Außer dem Nutzen, den die **Camera** dem Zeichner gewährt, ist sie auch sehr zweckmäßig in der Mikrometrie. Ist es erforderlich, eine sehr große aber genaue Zeichnung von irgend einem mikroskopschen Object zu machen, so muß man dabei folgendes Verfahren anwenden. Ein großer Bogen Papier wird mit Stiften auf ein Reißbret befestigt, welches auf den Boden gelegt wird; das Mikroskop stellt man horizontal, und der Körper steht so weit als möglich über dem Tisch hervor, und nachdem nun das Object und die **Camera** in die gehörige Stellung gebracht worden sind, nimmt der Zeichner einen Bleistift zur Hand, der an einem leichten, hohlen Stückchen Rohr befestigt worden ist. Stehend oder sitzend sieht er nun durch die **Camera** das Bild auf dem Papier und nach einiger Uebung wird er im Stande sein, die Umrisse so leicht zu zeichnen, als wenn das Papier nur einige Zolle darun-

ter auf der Tafel läge. Eine andere Methode, um denselben Zweck zu erreichen, ist in Fig. 178ª dargestellt, und sie besteht darin, die Zeichnung **MN**, welche von der **Camera** und durch das Mikroskop erlangt ist, als ein Object für eine andere **Camera C** anzuwenden, welche letztere denen gleich ist, wie sie Künstler zum Entwurf von Landschaftskizzen gebrauchen. Es wird diese **Camera** mittelst der Schraube b an der Tafel **D** befestigt, und das Object **M N** wird davor angebracht, worauf eine genaue Zeichnung **M′ N′** kann auf einem, auf dem Boden liegenden Reißbrete mit Papier gemacht werden, wie bei der vorhergehenden Methode. Der Zeichnenstift **P** wird an einem langen Stiel **F** von der Hand **H** gehalten, und der Zeichner steht entweder vor oder zur Seite der **Camera** und sein Auge hat seinen Standpunct in **E**. Die Größe der Zeichnung wird, wie die aller andern durch die **Camera** erlangten, gänzlich von der Entfernung zwischen ihr und dem Papier abgeleitet. Uebrigens zeigt die Erfahrung, daß die äußerste Entfernung zwischen **C** und **P** 4 Fuß sein darf, wenn man die Bleifeder noch mit Vortheil gebrauchen will.

Andere Mittel, mit deren Hülfe eine genaue Zeichnung erlangt werden kann. — Ein anderes Hülfsmittel ist das Sömmering'sche Spiegelchen, welches wir ebenfalls schon im 4. Cap. des 1. Abschnittes mit Hülfe von Fig. 164 können gelernt haben. Es wird, wie dort bemerkt, an das Ocular des Mikroskopes befestigt. Man steckt dieses Ocular mit dem Spiegelchen an das horizontale Mikroskop, dreht das Spiegelchen mittelst seines Griffes so, daß sein Mittelpunct mit der Sehachse zusammenfällt und seine nach oben und zugleich nach der Oberfläche des Ocularglases gewendete polirte Fläche mit dem Horizont einen Winkel von 45° macht. Sieht nun das Auge von oben herunter auf die Fläche des Spiegelchens,

so erblickt man in ihm ein Bild des Gegenstandes. Legt man unter das Spiegelchen auf den Tisch ein Blatt Papier, so erscheint das Bild auf dem Papier und kann mit der Bleifeder nachgezeichnet werden.

Ganz ähnlich wirkt das von Pritchard angewandte Prisma mit parallelen Flächen, (Fig. 179). Es wird wie das Sömmering'sche Spiegelchen so an das Ocular eines horizontalen Mikroskopes befestigt, daß seine obere Fläche unter einem Winkel von 45° gegen den Horizont geneigt ist. Diese schickt das Bild des Gegenstandes nach dem Auge in O, welches dasselbe auf ein darunterliegendes Blatt Papier (C) versetzt, wo es gezeichnet werden kann.

Ein anderes Instrument, welches auf denselben Grundsätzen wie die Camera lucida beruht, ist das durchbohrte Spiegelchen, wovon Fig. 180, A eine Abbild. giebt. Ein runder Metallspiegel hat in der Mitte eine kleine Oeffnung; er ist an einer schiefen Röhre auf einer metallenen Büchse, welche dem Deckel einer runden Schachtel ähnlich ist, unter einem Winkel von 45 Graden befestigt. Steckt man diese Büchse an das Ocular eines horizontalen Mikroskopes, so daß die Spiegelfläche nach unten gekehrt ist, so sieht das Auge in horizontaler Richtung durch die Oeffnung des Spiegels das wahre Bild des Objectes im Mikroskop und zugleich das vom Spiegel reflectirte Bild des Papieres und Bleistiftes, welche sich unter dem Mikroskop auf dem Tische befinden. Es kann also das vergrößerte Bild des Gegenstandes nachzeichnen.

Der Unterschied zwischen dem Sömmering'schen Spiegelchen, dem Prisma und der Camera lucida nebst dem durchbohrten Spiegelchen besteht theoretisch darin, daß man bei den beiden letzteren das wirkliche Bild des Gegenstandes sieht, während Papier und Bleistift reflectirt werden; bei'm Sömmering'schen Spiegelchen dagegen und dem Prisma

mit parallelen Flächen sieht man Papier und Bleifeder unmittelbar mit dem Auge, und das Bild des Gegenstandes wird von der Spiegelfläche reflectirt. In der Praxis dagegen ist zwischen diesen verschiedenen Instrumenten kein großer Unterschied, und alle Vier sind ziemlich gleichbrauchbar.

Hat man ein horizontales Mikroskop oder bei'm verticalen Mikroskop ein gebrochenes Ocular mit Prisma, so macht das Nachzeichnen mittelst eines dieser Apparate keine Schwierigkeiten. Man steckt das durchbohrte Spiegelchen (das einfachste und wohlfeilste dieser Instrumente) oder einen anderen der beschriebenen Apparate (die der größeren Bequemlichkeit wegen am besten ein- für allemal an ein eignes dazu bestimmtes Ocular befestigt sind) an das Mikroskop und legt das Papier zum Zeichnen unter das Mikroskop auf den Tisch hin. Bei einem verticalen Mikroskop ohne gebrochenes Prisma ist das Nachzeichnen unbequemer. Hier muß man entweder auf einen verticalstehenden Schirm zeichnen, der hinter das Mikroskop gestellt wird, (Fig. 181, 13.) oder man muß, wenn das Papier horizontal auf dem Tische liegen soll, noch einen zweiten Spiegel zu Hülfe nehmen (Fig. 26, **D**), welcher, unter einem Winkel von 45° geneigt, das Bild des Papieres und Bleistiftes reflectirt.

Ein geübter Zeichner wird, wie bereits erwähnt, zur Nachbildung mikroskopischer Gegenstände wohl kaum dieser Hülfsmittel bedürfen; doch können sie auch ihm zum Entwerfen sehr complicirter Gegenstände, die aus vielen einzelnen Theilen bestehen, von Nutzen sein. Wesentlich nothwendig aber sind sie zum Zeichnen solcher Gegenstände, bei deren Nachbildung es auf absolute Genanigkeit ankommt, z. B. von mikroskopischen Krystallen, deren Winkel man zu messen wünscht. Ueberdies haben die genannten Apparate

noch eine audere sehr wichtige Anwendung, sie dienen nämlich, um die Vergrößerung eines Mikroskopes und die wirkliche Größe eines mikroskopischen Objectes zu bestimmen (s. den nächsten Abschnitt). Deßhalb sollte jedes Mikroskop mit einem der beschriebenen Apparate versehen sein.

Soll die Größe der Abbildung mit der scheinbaren Größe des Gegenstandes, wie er dem Auge unter dem Mikroskop erscheint, übereinstimmen, so muß das Papier, auf welches man zeichnet, genau so weit vom Auge entfernt sein, als die Weite des deutlichen Sehens beträgt, also etwa 8 Zoll. Ist es weiter entfernt, so wird die Zeichnung größer; daher werden Zeichnungen, die man bei'm verticalen Mikroskop mit Hülfe des durchbohrten Spiegelchens und des Planspiegels (wie Fig. 180) entwirft, gewöhnlich größer als das Original, weil die Entfernung des Papiers vom Planspiegel (x) und die des Planspiegels vom durchbohrten Spiegel (y) zusammengenommen gewöhnlich mehr betragen muß, als 8 Zoll, wenn man nicht im Zeichnen genirt sein will.

Will man mittelst des Daguerreotyps genaue Nachbildungen mikroskopischer Gegenstände erhalten, so muß man ein S o n n e n m i k r o s k o p anwenden.

Man bringt die präparirte versilberte Kupferplatte an die Stelle des Schirmes, läßt das Licht einige Minuten lang darauf einwirken, nimmt sie weg und fixirt das Bild auf die gewöhnliche Weise. Diese Methode giebt sehr schöne und vollkommen naturgetreue Abbildungen mikroskopischer Gegenstände; sie erhält dadurch einen doppelten Werth, daß man in neuester Zeit ziemlich gelungene Versuche gemacht hat, die auf diese Weise erhaltenen Abbildungen durch unmittelbaren Abdruck der Platte zu vervielfältigen. Das Verfahren dabei ist aber erst kürzlich bekannt geworden, und zwar durch D o n n é in Paris (polyt. Centralbl.

1840, S. 651) und Berres in Wien (daselbst 1841, Nr. 21).

Sechstes Capitel.

Das Goniometer.

Zu Messung der Krystallwinkel, seien es nun mikroskopische oder gewöhnliche, ist neuerlich von dem Engländer Leeson ein Instrument, das sogenannte doppelte Refractions-Goniometer, erfunden, welches wir hier beschreiben wollen. Es ist in den Figuren 182 bis 190 abgebildet worden.

Zu den eigenthümlichen Vorzügen dieses Instrumentes gehört der Umstand, daß damit undurchsichtige und unvollkommene Krystalle, so wie auch mikroskopische und solcher im Innern durchsichtiger Mittel gemessen werden können. Es ist gleich anwendbar bei den größten Krystallen, und man kann den Winkel messen, ohne den Krystall von seinem Muttergestein zu entfernen, indem man das Stück nur in einem zweckmäßigen Stativ anzubringen braucht. Das Instrument beruht auf der Anwendung eines Prisma's mit doppelter Strahlenbrechung, entweder von isländischem Kalkspath, oder von Quarz, und zwar von solcher Dicke, daß sie nur die beiden Bilder des Winkels, die man messen will, partiell trennen.

Wir nehmen hier an, daß das Goniometer mit dem Körper eines zusammengesetzten Mikroskopes verbunden sei. Fig. 182 ist eine geometrische Ansicht des Goniometers und Fig. 183 ein senkrechter Durchschnitt desselben. Bei a ist ein achromatisches Prisma von isländischem Doppelspath angebracht, wogegen aber auch ein Quarzprisma genommen werden kann; b ist die Messingröhre, die das Prisma ent-

hält, und die ein Hütchen des Oculares bildet; es hat eine runde Oeffnung und läßt sich über die Röhre c schieben, die mit dem Arme d verbunden ist, welcher den Nonius des getheilten Kreises enthält. Bei f ist ein achromatisches Ocular, entweder ein Huyghens'sches oder ein positives, welches in der Röhre g eingeschoben oder eingeschraubt worden ist. Diese letztere steckt in dem Mikroskopkörper. Ist der Krystall groß und ist keine Vergrößerung erforderlich, so kann man das Ocular weglassen und braucht nur eine einzelne Linse von großer Brennweite anzuwenden. Der Nonius hat bei i eine Spann= uud bei k eine Stellschraube. Bei e ist mit dem Nonius ein Leseglas verbunden. Fig. 184 ist eine geometrische Ansicht des Statives, auf welchem die zu messenden Krystalle angebracht werden, und Fig. 185 ist ein Durchschnitt desselben. Der Krystall wird mit canadischem Balsam oder mit Wachs auf einem Glase oder auf einer Platte geschwärzten Elfenbeins l angebracht. Diese liegt in dem Ringe m, den der Ring n umgiebt. Oder es kann der Krystall auch sehr zweckmäßig durch die Arme Fig. 186 festgehalten werden, die mit einen Ringe verbunden sind, der ebenfalls in die Platte n paßt. Zwei von diesen Armen haben kleine Becher an ihren Enden, in denen Kork oder elastisches Gummi befindlich sind, so daß sie gegen den Krystall gedrückt werden können, ohne ihn zu zerdrücken. Am Ende des dritten Arms ist eine kleine Gabel x befindlich, die in jeder Richtung drehbar ist.

Die Schrauben an den Armen dienen dazu, um sie vor= oder rückwärts zu stellen, und nun den Krystall in die erforderliche Stellung bringen zu können. Fig. 187 ist ein anderer Ring, der in n paßt, mit zwei schwachen Federn zum Halten eines Glases, auf welchem man den Krystall befestigt, wenn dies erforderlich ist, besonders wenn er mikroskopisch ist.

p Fig. 185 ist ein Halbkreis, der an dem Ring n befestigt ist und durch zwei Schrauben t t' centrirt wird. Er kann unter jeden Winkel geneigt werden, und man befestigt ihn durch die Schraube r. Hat dieser Halbkreis Grade, so kann man ihn auch zur Bestimmung der Neigung der optischen Achsen durch polarisirtes Licht benutzen. Die Platte m kann nicht allein nach jeder Richtung innerhalb des Ringes n gedreht, sondern auch durch den Halbkreis p in jede Neigung gebracht werden. Außerdem kann auch der ganze Ring o, welcher das senkrechte Support trägt, in der kurzen Röhre gedreht werden, die man bei u im Durchschnitt auf der Platte s sieht, die mit der Querplatte des Mikroskopsstatives verbunden ist. Es ist auch sehr zweckmäßig, den Ring o zu theilen, wenn man Untersuchungen über das polarisirte Licht anstellen will.

Wenn man einen Krystall oder irgend einen Winkel durch das an dem Goniometer angebrachte Prisma betrachtet, so werden durch Drehung des Prisma's zwei Bilder davon hervorgebracht, welche zu einander verschiedene Stellungen einnehmen, wie die Figg. 188, 189, 190 zeigen. Es sei a b c, Fig. 188 der zu messende Winkel, und es wird der Krystall auf die weiter unten angegebene Weise gemessen. Man stelle den Nonius auf o und schraube ihn fest; dann drehe man die Röhre b, welche das Prisma enthält, bis die Linien, welche eine Seite des zu messenden Winkels bilden, in beiden Bildern zusammenhalten, wie z. B. die Linien a b und a' b' in Fig. 189; darauf löse man den Nonius und drehe ihn um den graduirten Kreis, bis daß die beiden Linien, welche die andere Seite des Winkels bilden, b c und b' c' ebenfalls zusammenfallen, wie Fig. 190 zeigt. Die Größe der Drehung, welche erforderlich war, giebt die Größe des Winkels oder vielmehr seines Com=

plements an, je in der Richtung, nach welcher der Nonius gedreht wird. Statt von dem o Punct auszugehen, ist es auch hinreichend, die Differenz der Grade in den beiden Stellungen zu nehmen.

Es giebt zwei Arten von Winkeln, Flächenwinkel oder, ebene welche durch die Kanten der Flächen hervorgebracht sind, und solche, welche die Neigung der Flächen selbst zu einander bilden.

Soll ein ebener Winkel gemessen werden, so ist es erforderlich, daß zwei Linien odee Kanten, welche ihn bilden, beide in einer vollkommen horizontalen ebenen Linie, d. h. senkrecht auf der Gesichtsachse. Das Stativ, Fig. 184, gewährt jede Stellung, die man durch Anwendung zweckmäßiger Objective und dadurch, daß man beobachtet, daß beide Linien, indem sie durch das Stativ gehen, in demselben Focus bleiben, genau berichtigen kann.

Wenn die Neigung zweier Flächen gemessen werden soll, so muß ihre Kante parallel mit der Gesichtsachse sein. Nach einiger Uebung gelangt der Beobachter bald dahin, diese feinen Einstellungen durch das Stativ zu bewirken. Etwas mehr Schwierigkeiten hat es, wenn die richtige Einstellung durch Pincetten, z. B. durch die dreischenklige von Smith, welche man nach allen Richtungen drehen kann, bewirkt werden muß.

Höchst nothwendig ist es, die Flächen der Krystalle, welche gemessen werden sollen, mit dem Mikroskop zu untersuchen, da eine Rundung derselben nicht allein von muschligem Bruch, sondern auch von unvollkommener Theilbarkeit und von unvollkommenen Blättern herrührt, indem dadurch einzelne Puncte der Fläche erhöht werden. Mit dem Reflections-Goniometer geben solche Flächen immer noch ziemlich richtige Winkel. Eine andere Quelle von Irrungen rührt daher, daß die Flächen Zwillings- oder ganzen

Aggregaten von Krystallen angehören, und die daher Winkel geben, wie sie bei Krystall=Individuen gar nicht vorkommen können.

Außer dem hier beschriebenen Goniometer giebt es verschiedene andere Arten desselben, welche mit dem Mikroskope benutzt werden können. So ist z. B. eine ziemlich einfache Vorrichtung die folgende: Das Goniometer besteht aus zwei runden Messingplatten, welche so auf einander befestigt sind, daß die obere auf der unteren um ihre Achse gedreht werden kann. Beide sind in der Mitte durchbohrt und tragen jede ein Planglas, in dessen Mitte, dem Durchmesser entsprechend, mit dem Diamant eine gerade Linie gezogen ist. Die obere Platte ist an ihrem Rande in 360° eingetheilt. Bei'm Gebrauch wird das Goniometer auf das Ocular des Mikroskopes gelegt; man schiebt den Krystall so, daß sein zu messender Winkel gerade in die Mitte des Gesichtsfeldes zu liegen kommt und die auf der untern Platte des Goniometers gezogene Linie mit einer Seite dieses Winkels correspondirt. Man dreht dann die obere Platte des Instrumentes so weit um ihre Achse, bis die ihren Durchmesser bildende Linie mit der andern Seite des Winkels zusammentrifft und der Winkel selbst an die Kreuzungsstelle der beiden Linien zu liegen kommt. Nun nimmt man das Goniometer ab und zählt die dem Winkel des Krystalles entsprechende Zahl der Grade. Wer eine **Camera clara** besitzt, kann das Goniometer ersparen; er braucht nur den Winkel des Krystalles auf ein Blatt Papier zu zeichnen, und kann dann aus dieser Zeichnung seine Größe mittelst des Transporteurs bestimmen. Diese letztere Methode ist zwar einfach, aber unsicher, und kann daher nur in Fällen angewendet werden, wo es auf einige Grad nicht ankommt.

Dritter Abschnitt.

Manipulationen.

Erstes Capitel.

Von der mikroskopischen Beobachtung im Allgemeinen*).

Es liegt in der Natur der Sache, daß eine schriftliche Anleitung zur mikroskopischen Beobachtung den Ansprüchen auf praktische Brauchbarkeit nur unvollständig entsprechen kann, daß, wenn überhaupt in dieser Kunst ein Unterricht gegeben werden soll, derselbe demonstrativer Art sein muß, und daß jedenfalls die eigene, durch längeren Gebrauch des Mikroskopes erworbene Uebung sowohl in der Kunst, die Objecte zuzubereiten, als in der, zu beobachten, die Hauptsache bleibt. Diese Uebung kann sich Jeder, der mit

---

*) Nach v. Mohl a. a. O.

einiger Umsicht zu Werke geht, von selbst ohne Anleitung erwerben. Dessen unerachtet mag für solche, welche nicht Gelegenheit haben, einen Andern mikroskopische Beobachtungen machen zu sehen, die Besprechung einiger Puncte nicht überflüssig sein, indem dadurch vielleicht manchem Mißgriffe vorgebeugt wird.

Zunächst sehe man darauf, daß das Mikroskop beständig in bester Ordnung sei. In dieser Beziehung möchte es zwar überflüssig erscheinen, wenn wir anführen, daß es unerläßlich ist, den optischen Theil des Instrumentes so rein als möglich zu halten; allein wir haben gar zu häufig die Erfahrung gemacht, daß Personen, welche sich nicht häufig mit mikroskopischen Beobachtungen beschäftigen, und nicht gewohnt sind, große Aufmerksamkeit auf ihr Instrument zu verwenden, übersehen, daß die Gläser desselben und namentlich die Objecte angelaufen sind. Man sieht dieses sehr leicht, wenn man dieselben in einiger Entfernung vom Auge gegen das Fenster hält, wobei man leicht erkennen kann, ob das kleine Bild des Fensters, welches man auf diese Weise sieht, vollkommen rein und die Gläser frei von Staub und Schmutz sind. Man muß es sich zum festen Gesetze machen, niemals ein zum Mikroskope gehöriges Glas sei es Objectiv oder Ocular, sondern nur die Fassungen desselben mit den Fingern zu berühren, indem das Glas dadurch unfehlbar beschmutzt wird. Ebenso versteht es sich von selbst, daß man zufälligerweise von Flüssigkeiten und dergl. verunreinigte Gläser sogleich mit feiner Leinwand reinigt. Allein die strengste Befolgung dieser Regeln wird nicht hinreichen, das Instrument immer in brauchbarem Zustande zu erhalten, indem sich mit der Zeit ein fettiger Ueberzug auf den Gläsern aus der Luft absetzt, welcher das mikroskopische Bild in hohem Grade trübt. Ob sich

dieses in kürzerer oder längerer Zeit wiederholt, scheint theils von der Beschaffenheit des Glases, theils und vorzugsweise von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgrade des Locals abzuhängen. Wenn eine solche Trübung der Gläser eingetreten ist, so überfahre man dieselben zuerst mit einem feinen Pinsel oder sehr sanft mit feiner Leinwand, um etwaigen Staub abzuwischen und reinige alsdann die Gläser von festem Schmutze. Dieser läßt sich von den nicht achromatischen Gläsern, z. B. den Ocularen, leicht mit Alcohol abwaschen. Bei Objectiven dagegen, deren Gläser mit Canadabalsam zusammengekittet sind, hüte man sich vor der Reinigung mit Alcohol, oder wische sie wenigstens sehr vorsichtig mit einer nur schwach mit Alcohol befeuchteten Leinwand ab, indem durch den Weingeist, wenn derselbe in die Fassung eindringen würde, leicht der Kitt getrübt werden könnte. Sicherer ist es, die Objective bloß anzuhauchen und mit trockener Leinwand leicht abzureiben. Hiezu feines Leder und namentlich Seide zu verwenden, ist passend, indem thierische Stoffe jenen Schmutz nicht leicht gänzlich entfernen, sondern auf dem Glase einen dünnen, trüben Ueberzug von demselben zurücklassen. Viel zweckmäßiger ist es, zur Reinigung alte, vielfach gewaschene Leinwand oder einen baumwollenen Zeug zu verwenden. Besser als bloße Leinwand reinigt eine Leinwand, welche in Wasser, in dem sehr fein gepülverte Kreide suspendirt ist, getaucht und nach dem Austrocknen ausgeschüttelt wurde. Wenn die Fassungen enge und tief sind, so daß man mit der Leinwand nicht auf die convexe Seite der Objective, namentlich nicht zum Rande derselben gelangen kann, so ist trockenes Hollundermark, welches in gehörige Form geschnitten wird, kein übles Mittel, um dieselben zu reinigen.

Nicht selten sieht man auf den Flintglaslinsen einzelne trübangelaufene, etwas matte Flecken, die man nicht etwa mit Schmutzflecken verwechseln und durch anhaltendes Reiben zu entfernen suchen muß; es ist mit denselben nichts anzufangen. Als ein Fehler sind sie immerhin zu betrachten, sie kommen jedoch bei Flintgläsern der besten Art vor, und es scheint, daß durch dieselben ein Objectiv nicht unbrauchbar wird; wenigstens beobachteten wir jetzt nicht, daß sie mit der Zeit sich vermehren oder stärker werden.

Da bei den Mikroskopobjectiven die Flintglaslinse nach außen gewendet nnd daher allen chemisch einwirkenden Schädlichkeiten zunächst ausgesetzt ist, so hüte man sich möglichst, solche Stoffe, welche auf dieses leicht angreifbare Glas schädlich einwirken könnten, mit den Objectiven in Berührung zu bringen. Am schlimmsten würde in dieser Beziehung Schwefelwasserstoffgas wirken, indem kein Flintglas der Einwirkung desselben widersteht, sondern in Folge der Bildung von Schwefelblei trübe wird. Die Sache ist nicht so bedenklich, daß in der gewöhnlichen Zimmerluft ein Anlaufen der Objective, selbst wenn sie, wie einzelne Linsen der Amici'schen Objective, aus Faraday'schem Glase (einer Verbindung von kieselsaurem und borsaurem Blei) verfertigt sind, zu befürchten ist; allein an Orten, an welchen sich häufig Schwefelwasserstoffgas entwickelt, wie in chemischen Laboratorien, würden wir nie ein achromatisches Mikroskop aufbewahren.

Wenn man, wie das bei phytotomischen Untersuchungen so häufig geschieht, die Objecte mit Jod behandelt, so schlagen sich leicht Joddämpfe an den Objectiven nieder und trüben dieselben. Dieser Niederschlag ist leicht mit Leinwand abzuwischen, und Mohl fand nie, daß das Glas von denselben angegriffen wurde; es ist jedoch jedenfalls zu rathen, die-

sen Niederschlag nicht längere Zeit am Glase haften zu lassen.

Dämpfe von Mineralsäuren können ohne Zweifel das Flintglas der Objective angreifen; man wende daher, wenn man die Wahl hat, Schwefelsäure oder Phosphorsäure an und gebrauche, wenn man Salz- und Salpetersäure anwenden muß, etwas große Deckgläser zur Bedeckung des Objectes, um wenigstens die Dämpfe möglichst vom Objective abzuhalten, und reinige dieses nach der Beobachtung. Um jedoch sicher zu gehen, wäre es zweckmäßig, in solchen Fällen das Objectiv mit einem Stiefel zu bedecken, wobei natürlicherweise, wenn man ein scharfes Bild erhalten will, wenigstens bei der Anwendung starker Objective, bei der Wahl des Deckglases Rücksicht auf die Dicke des im Stiefel befindlichen Glases zu nehmen wäre. Da dieses zu umständlich ist, so gebraucht man den Stiefel nicht, sondern verwendet zu solchen Beobachtungen, wenn sie nicht gerade ein ganz gutes Objectiv erfordern, Objective von geringerer Güte, an deren Erhaltung weniger gelegen ist; es muß jedoch bemerkt werden, daß sie bei solchen Beobachtungen höchst selten Schaden erleiden.

Wenn im Winter das Mikroskop kalt ist, so schlägt sich leicht am Oculare der vom Auge verdampfende Wasserdunst nieder. Mau entgeht dieser Unannehmlichkeit leicht, wenn man das Ocular erwärmt; natürlicherweise darf man dieses jedoch nicht bei Ocularen mit achromatischen Gläsern thun, indem sonst der Kitt zwischen den Gläsern schmelzen könnte. Besser ist es aber, das Mikroskop im warmen Zimmer aufzubewahren.

Eine der Hauptschwierigkeiten bei mikroskopischen Beobachtungen bietet in den meisten Fällen die Präparation der Objecte dar. In dieser Beziehung läßt sich am wenigsten durch Beschreibung eine Anleitung

geben, indem hierbei Alles auf Dexterität des Beobachters ankommt und dieser im einzelnen Falle sich selbst zu helfen wissen muß. Vor Allem gilt die Regel, daß bei der Präparation organischer Körper die einzelnen Theile so rein als möglich losgetrennt, und wo dünne Schichten abgeschnitten werden müssen, diese so zart und gleichförmig als möglich zu machen sind. Man lasse sich in dieser Beziehung keine Geduld und keinen Zeitaufwand gereuen, denn die auf die Verfertigung eines guten Präparates verwendete Mühe und Zeit werden durch Leichtigkeit und Sicherheit der Beobachtung zehnmal ersetzt.

Weiche Theile, namentlich thierischer Körper, werden mit denselben Handgriffen, wie sie der Anatom zur Präparation größerer Theile verwendet, mit Hülfe von Scalpellen, feinen Scheeren*) und Pincetten getrennt. In demselben Verhältnisse, wie die Größe der Objecte, muß auch die Größe der Zergliederungsinstrumente abnehmen; daher spielen bei diesen Präparationen Nadeln eine Hauptrolle, wozu man am besten starke, in ein Heft eingesteckte und durch eine Schraube festgehaltene Nähnadeln benutzt. In andern Fällen thun Staarnadeln, feine Häkchen u. dergl. gute Dienste.

Alle feineren Präparationen nimmt man unter der Loupe, dem einfachen oder pankratischen Mikroskope vor; hierbei sind jedoch gewöhnlich keine sehr

---

*) Pritchard (Microsc. cabinet., p. 244) giebt den Rath, den feinen Scheeren nicht die gewöhnliche aus zwei Ringen bestehende Handhabe zu geben, sondern den einen Arm in ein starkes, etwa einem Messerhefte ähnliches Holz zu befestigen und den andern weit kürzeren Arm in eine kleine flache Scheibe sich endigen zu lassen. Die beiden Armen werden durch eine Feder auseinander gehalten, und die Scheere durch das Niederdrücken des scheibenförmigen Armes geschlossen.

starken Vergrößerungen nöthig, indem man nur in seltenen Fällen, wenn das Bild hinreichend scharf ist, über eine 20 bis 30malige zu steigen nöthig haben wird und jedenfalls mit einer 50 bis 60fachen schon ein so feines Detail sieht, daß unter dieser Vergrößerung die Spitze der Zergliederungsinstrumente und die Bewegungen derselben im Verhältniß zu den sichtbar gewordenen Theilen des Körpers sehr plump erscheinen. Als Unterlage des zu präparirenden Objectes wird man in den meisten Fällen und namentlich immer, wo es sich um Zerlegung kleiner Objecte unter stärkeren Vergrößerungen handelt, aus Spiegelglas ausgeschnittene Platten am bequemsten finden *); in anderen Fällen, wo man unter schwächer vergrößernden Loupen bei Beleuchtung von oben arbeitet, können concav geschliffene Gläser und Schälchen, welche mit schwarz gefärbtem Wachse ausgegossen sind, gute Dienste leisten. Dexterität und Sinn für mechanische Arbeiten muß in allen diesen Fällen den Beobachter leiten; wie er im einzelnen Falle zu verfahren hat, kann keine schriftliche Anweisung zeigen.

Eine Bemerkung sei jedoch erlaubt. Manche sind der Ansicht, daß das künstlich potenzirte Auge auch künstlich potenzirte Hände erfordere und gehen darauf aus, die Präparation der Objecte durch vielerlei Instrumente und einen künstlichen Apparat zu erleichtern. So räth z. B. Purkinje (Wagner's

---

*) An der Form dieser Glasplatten ist natürlicherweise nicht viel gelegen. Die meisten benützen wohl Platten, die in Form eines Parallelogramms zugeschnitten, etwa 7 Centimeter lang und ein paar Centimeter breit sind; bequemer sind dagegen wohl kreisförmige Platten von 3 bis 4 Centimeter Durchmesser, indem diese leichter, je nachdem es die Lage des Objectes erfordert, zu drehen sind und weniger leicht über den Rand des Objecttisches vorstehen.

Handwörterb. der Physiologie. Artik. Mikroskop), den mit Schrauben beweglichen Objecttisch zu benutzen, um mittelst an demselben befestigter und durch ihn beweglicher Häkchen Zerrungen vorzunehmen, giebt an, er werde sich mit Herstellung eines mikrotomischen Objecttisches mit mikrometrisch beweglichen Pincetten und Scheerchen beschäftigen, räth an, sich Spitzen der verschiedensten Formen (theils gabel-, theils kammförmige, theils in Form von Häkchen, Plättchen, Karsten) verfertigen zu lassen u. s. w. Mit allen diesen wird wenig geholfen sein. Man gewöhne seine Hand an sichere und stete Bewegungen, dann wird der einfachste Apparat genügen. Auf Niemand paßt der Ausspruch Franklin's, der Naturforscher müsse mit einem Bohrer sägen, und mit einer Säge bohren können, mehr als auf den Mikrographen.

Eine Schwierigkeit findet man in vielen Fällen bei der Verfertigung zarter Durchschnitte von organischen Körpern, wenn sie eine gewisse Weichheit besitzen, indem zwar häufig der erste Schnitt, mit welchem man eine platte Fläche schneidet, gut ausfällt, aber beim zweiten, mit welchem man eine dünne Schicht abschneiden will, die Substanz dem Messer ausweicht. Hier wird in vielen Fällen der Schnitt besser gelingen, wenn man auf die abzuschneidende Stelle einen Wassertropfen bringt, und auf diese Weise unter Wasser schneidet; in andern Fällen wird die Anwendung einer guten Scheere der des Messers vorzuziehen sein; hauptsächlich aber wird man in sehr vielen Fällen zarte Schichten abschneiden können, wenn man einen solchen Körper eintrocknen läßt, bis er eine für den Schnitt sich eignende Consistenz angenommen hat. Diese Methode des Eintrocknens ist in den meisten Fällen dem Versuche, durch Einwirkung chemischer Reagentien die nothwendige Erhär-

tung hervorzubringen, vorzuziehen, indem die letzteren in den meisten Fällen Veränderungen in den organischen Körpern hervorrufen, während die dünnen Abschnitte halb oder ganz getrockneter Gewebe in den meisten Fällen in Wasser wieder aufquellen. Wo dieses nicht der Fall ist, muß man freilich zur Erhärtung durch chemisch wirkende Mittel seine Zuflucht nehmen. Zu diesem Behufe werden in vielen Fällen Säuren (bei thierischen Theilen wurden besonders Holzessig und Chromsäure empfohlen) die Lösung von kohlensaurem Kali, Alcohol gute Dienste thun. In dieser Beziehung lassen sich kaum allgemeine Regeln geben, sondern man muß sich im einzelnen Falle durch die Eigenschaften der zu untersuchenden Substanz und die Veränderungen, die sie durch Eintrocknung, oder durch Einwirkung von chemischen Reagentien erleidet, leiten lassen. Für solche Fälle, in welchen aus einer halb weichen Substanz dünne Schichten ausgeschnitten werden sollen, hat Valentin sein Doppelmesser construirt, welches zwei parallel stehende, durch Schrauben einander zu nähernde Klingen besitzt, bei dessen Anwendung jedoch die Meisten von den ihm erwarteten Vortheile nicht fanden. Das beste Instrument für diesen Zweck besteht in einem guten Rasirmesser, dessen Klinge im Hefte feststeht.

Eine bedeutende Schwierigkeit findet man in manchen Fällen darin, von sehr dünnen Organen, z. B. Moosblättern, so dünne Querschnitte zu machen, daß die abgeschnittene Schicht dünner, als breit ist und sich, wenn man sie in Wasser bringt, auf die Schnittfläche legt. Wenn solche Theile noch ziemlich groß und fest sind, wie z. B. Haare, so kann man sie auf eine weiche Unterlage, z. B. ein festes plattes Leder, legen und auf diesen in Schichten schneiden; allein das reicht nicht aus, wenn die Körper sehr dünn und weich sind. In diesem Falle erreicht

man jedoch seinen Zweck sehr leicht, wenn man den Körper zwischen zwei Stücke einer Substanz, die sich leicht in sehr dünne Schichten schneiden läßt, bringt und ihn mit derselben zerschneidet. In dieser Hinsicht wird man nicht selten von Hollundermark eine gute Anwendung machen können; noch weit besser ist dagegen hiezu das weiche Mark, welches den Schaft einer Schreibfeder ausfüllt.

Wer seinen Messern mit Hülfe des Wetzsteines, oder einer Glasplatte mit Schmirgel und Zinnasche, des Abziehriemens und der Pâte minérale eine feine Schneide zu geben vermag, eine feste Hand und Dexterität besitzt, wird mit einigen Scalpellen, Rasirmessern, Nadeln, feinen Pincetten, Scheeren, Häkchen, feinen Glasröhrchen, Pinseln u. dergl. hinreichend zur Verfertigung seiner Präparate ausgerüstet sein. Hierbei ist es für die wissenschaftliche Untersuchung in der Regel hinreichend, wenn auch uur kleine Stücke einer organischen Substanz eine vollkommen gute Zubereitung erhalten habe . Wer freilich ein mikroskopisches Cabinet anlegen und zu diesem Behufe Präparate anfertigen will, welche nicht bloß instructiv, sondern auch schön sein sollen, und bei welchen deßhalb größere Abschnitte eine durchaus gleiche Dicke haben müssen, der bedarf zum Abschneiden solcher größerer Schichten mechanischer Vorrichtungen.

Diese sogenannten Mikrotome haben im Wesentlichen die Einrichtung, daß durch die Oeffnungen eines metallenen Tischchens, auf dessen Fläche ein Messer mit der Hand oder durch einen Schieber hin und her geführt wird, das zu zerschneidende Object durch eine Mikrometerschraube in die Höhe geschoben wird, so daß von demselben nach Belieben dickere oder dünnere völlig ebene Schichten abgeschnitten werden können. Schon von Hill (Construction of timber. Tab. I) wurde ein solches Mikrotom abgebildet;

später wurden vielfache Aenderungen an demselben vorgenommen, ohne daß das Instrument eine große Brauchbarkeit erhielt, bis in der neueren Zeit (Simon, Beiträge zur Chemie und Mikroskopie I. S. 129) Dr. Oschatz, mit Hülfe des Mechanikus Rösselt, diesem Instrumente eine sehr vollendete Einrichtung gab, so daß es ihn in den Stand setzte, mittelst desselben ausgezeichnet schöne Präparate von Hölzern und andern Theilen der Pflanzen zu verfertigen. Dem allgemeinen Gebrauche dieses Oschatz'schen Mikrotomes steht dagegen sein hoher Preis entgegen, indem ein einfacheres Instrument dieser Art, bei welchem die Durchschnitte mit freier Handführung gemacht werden, 23 Thaler, ein Mikrotom mit mikrometrischem Support 80 Thaler kostet; auch muß man sich bei aller Geneigtheit, die Leistungen dieses Instrumentes lobend anzuerkennen, doch dahin aussprechen, daß es nur insofern einen Werth hat, als man durch dasselbe in den Stand gesetzt ist, schöne Präparate zu verfertigen, daß es aber wissenschaftlichen Untersuchungen keinen Vorschub zu leisten im Stande ist. Es wird auch jeder Phytotom zum Behufe seiner wissenschaftlichen Untersuchungen es vorziehen, die Schnitte aus freier Hand zu führen, indem dieses weit kürzer ist, als das Einspannen des zu untersuchenden Pflanzentheiles in ein Mikrotom, und eine weit größere Freiheit in der Richtung der Schnitte gestattet.

Harte Theile, wie Knochen, Zähne, versteinerte Hölzer, werden der mikroskopischen Untersuchung dadurch zugänglich gemacht, daß möglichst dünne Plättchen aus denselben ausgesägt und wenigstens auf der einen Seite eben geschliffen und je nach den Umständen polirt werden. Bei Zähnen und Knochen macht dieses nur eine mäßige Mühe, indem sie weich genug sind, um mit Säge und Feile bearbeitet und

auf dem Schleifsteine geschliffen werden zu können. Anders verhält es sich dagegen mit Hölzern, die in Kieselerde versteinert sind. Am besten läßt man dieselben durch den Steinschleifer bearbeiten, indem der Zeitaufwand zu bedeutend ist, als daß viele mikroskopische Beobachter geneigt sein werden, die Präparate selbst zu verfertigen. Will man sich jedoch diesem Geschäfte selbst unterziehen, so spannt man auf eine Drehbank eine dünne Metallscheibe, am besten von Kupfer, auf und schneidet mit derselben mit Hülfe von Schmirgel von dem im Support befestigten Steine dünne Schichten ab, welche alsdann auf Glasscheiben aufgekittet und mit feinem Schmirgel möglichst dünn geschliffen und polirt werden.

In sehr vielen Fällen können harte organische Gebilde, wenn ihre Härte in der Einlagerung von Salzen begründet ist, durch Behandlung mit Säuren, welche diese Salze auflösen, so erweicht werden, daß sie mittelst des Wassers in dünne Schichten zu schneiden sind; diese Methode findet namentlich bei Knochen und Zähnen ihre Anwendung. Wir kommen auf alles dies nochmals zurück.

Die Untersuchung der meisten mikroskopischen Präparate organischer Körper muß in einem durch ein Deckglas bedeckten Wassertropfen vorgenommen werden, indem das Wasser nicht bloß die Austrocknung der frischen Theile, sondern auch das Aneinanderkleben getrennter Theile, das Zusammensinken weicher Theile zu unförmlichen Massen verhindert, dieselben leichter ausbreiten läßt u. s. w. In andern Fällen ist jedoch auch die Untersuchung derselben im trocknen Zustande vorzuziehen, indem bei dem geringeren Lichtbrechungsvermögen der Luft die Umrisse des Objectes dunkler erscheinen, und manches im benetzten Zustande unsichtbare oder nur undeutlich erscheinende Detail im getrockneten Zustande deutlicher

hervortritt. In andern Fällen, namentlich bei Untersuchung solcher organischer Körper, in welchen viele unorganische Substanz abgelagert ist, und welche dadurch wenig durchsichtig geworden sind, ferner bei Untersuchung mancher fossiler Infusorien u. dergl., wird man die Untersuchung bedeutend erleichtert finden, wenn man die Körper in klaren Terpenthin oder canadischen Balsam bringt. Ebenso erhalten manche getrocknete thierische Substanzen in Terpenthinöl oder Canadabalsam eine große Durchsichtigkeit, welche undurchsichtige in ihnen liegende Theile, wie injicirte Gefäße, besonders klar hervortreten läßt. Bei Untersuchung vegetabilischer Körper fand man dagegen von der Anwendung von Canadabalsam niemals einen Vortheil, sondern immer nur Nachtheil, indem sie in demselben viel zu durchsichtig werden, um noch ein scharfes, mit bestimmten Umrissen versehenes Bild zu geben.

In allen diesen Beziehungen, sowohl was die Präparation, als die Untersuchungsmethode betrifft, giebt es nur eine allgemeine Regel, die Untersuchung so vielfach zu modificiren und zu wiederholen, wenn auch Tage und Wochen aufgewendet werden müssen, bis man die Structur eines Körpers in allen Einzelnheiten erforscht hat. Geduld und Erfindungsgeist werden hier oft zum Ziele führen, wenn auch die ersten Versuche an jedem Erfolg verzweifeln ließen. Wer mit dem Mikroskop schnell beobachten will, wird nie etwas leisten.

In vielen Fällen, in welchen ein Körper zu klein ist, um ihn mit Hülfe von Messern und Nadeln zergliedern zu können, führt eine mehr oder weniger starke Quetschung zur Trennung seiner Theile oder wenigstens zur Sichtbarmachung seiner im Innern gelegenen Theile. Zu diesem Behufe dienen die oben beschriebenen Compressorien, deren Anwendung freilich

mit vielen Umständen verbunden und sehr häufig durch den mit den bloßen Fingern ausgeübten Druck zu ersetzen ist. Die Anwendung des Compressoriums unterscheidet sich von dem durch die Finger auf ein Deckglas ausgeübten Drucke einestheils dadurch, daß der Druck sehr allmählig vom allerschwächsten Grade bis zur völligen Zerquetschung des Körpers gesteigert werden kann, während diese gleichförmig zunehmende Steigerung mittelst der Finger nicht hervorgebracht werden kann, anderntheils dadurch, daß jeder dieser verschiedenen Grade des Druckes dauernd ist, wie man mit der Drehung der Schraube aufhört, während, wenn man den Druck mittelst der Finger anwendet, schon ehe der Druck beginnt, das Gewicht des Deckglases einen gewissen oft schon zu starken Druck ausübt, und wenn ein gewisser Grad der Quetschung mittelst der Finger erreicht ist und nun diese weggezogen werden, der gequetschte Körper vermöge seiner Elasticität wieder zu seiner frühern Form mehr oder weniger zurückkehren kann, was bei Anwendung eines Compressoriums nicht möglich ist. Diese Umstände geben der Anwendung des Compressoriums einen entschiedenen Vorzug vor dem Drucke mittelst der Finger; allein die Sache hat auch eine andere Seite. Das Compressorium erlaubt nur einen in gerader Richtung nach abwärts wirkenden Druck; damit aber ist in sehr vielen Fällen wenig geholfen, wenn nicht mit dem Drucke auch eine Verschiebung der oberen Glasplatte auf der unteren, ein damit verbundenes Hin- und herrollen des Körpers vereinigt werden kann. Durch eine solche rollende Bewegung ist es nicht bloß möglich, die zur Beobachtung günstigste Seite des zu untersuchenden Körpers nach oben zuwenden, sondern es ist auch in sehr vielen Fällen möglich, durch abwechselndes, in verschiedenen Richtungen unter bald nachlassendem, bald verstärktem Drucke vorgenommenes

Rollen zersprengte Membranen abzulösen, Falten auszugleichen ꝛc. Diese oft weit wichtigere Operation kann das Compressorium nicht ausüben. Mandl versuchte zwar, auch dieses Umherrollen durch ein eigenes Instrument, bei welchem durch eine Schraube eine Glasplatte über der andern verschoben wird, auszuführen (Oberhäuser verfertigt das Instrument unter dem Namen compresseur à reculement du Dr. Mandl), allein die Wirkung eines solchen Instrumentes ist immer eine nothwendigerweise unvollkommene, indem die Bewegung der obern Platte über der untern nur in einer Richtung erfolgt, während man mittelst der Finger es in seiner Gewalt hat, dieselbe in jeder beliebigen Richtung und Abwechslung unter bald nachlassendem, bald verstärktem Drucke je nach dem augenblicklichen, durch den Zustand des Objectes angezeigten Erfordernisse zu bewegen. Aus diesem Grunde zieht Mohl die Quetschung eines Objectes durch die Finger in der unendlichen Mehrzahl der Fälle der Anwendung eines Compressoriums vor, um so mehr, da der Vortheil des Compressoriums, einen langsam steigenden und auf dem einmal erreichten Grade stehen bleibenden Druck hervorzubringen, auch mittelst der Finger wenigstens annäherungsweise erreicht werden kann, wenn man mit dem Objecte einige Wachskügelchen unter das Deckglas legt, welche bei ihrer Resistenz eher erlauben, einen allmählig steigenden Druck auszuüben.

Mancher Leser wird vielleicht an dieser Stelle eine Auseinandersetzung der Einwirkung, welche chemische Reagentien auf die Objecte der mikroskopischen Forschung ausüben, erwarten, Wir sind anderer Meinung. Allerdings wird in unendlich vielen Fällen die mikroskopische Untersuchung der Objecte durch die Einwirkung von chemischen Reagentien, welcher man sie unterwirft, nicht bloß wegen der Färbung,

welche die letzteren hervorbringen, erleichtert, sondern die wahre Beschaffenheit der Objecte erst durch die chemische Einwirkung der Reagentien erkennbar gemacht, und insofern kann der Anatom und Physiolog bei seinen mikroskopischen Untersuchungen die Anwendung von Säuren, Alkalien, Jod, Aether, Alcohol rc. nicht entbehren. Insofern er jedoch diese Stoffe anwendet, tritt er aus dem Gebiete des Mikrographen in das des Chemikers über, und er benutzt bloß das Mikroskop um solche chemische Reactionen, die für das bloße Auge weniger deutlich sind, durch die Vergrößerung, die jenes gewährt, deutlicher zu sehen. Mohl glaubt daher, daß es nicht die Aufgabe einer Anleitung zum mikroskopischen Beobachtung ist, eine Aufzählung der chemischen Operationen zu geben, zu deren Beobachtung das Mikroskop angewendet werden kann, ebensowenig als es die Aufgabe einer Schrift, welche über die Einrichtung und den Gebrauch der Wage handelt, wäre, alle chemische Operationen anzuführen, deren Resultat durch Wägung zu constatiren ist. Die Aufgabe solcher Schriften kann bloß die sein, die Einrichtung des Instrumentes und die Art seines Gebrauches auseinanderzusetzen; auf den individuellen Zweck, zu welchem das Instrument vom einzelnen Forscher verwendet wird, können sie dagegen keine Rücksicht nehmen. Die von den Reagentien auf die mikroskopischen Objecte ausgeübten Einwirkungen und die Anleitung zur Ausführung der unter dem Mikroskope vorzunehmenden chemischen Operationen müssen daher in den Schriften über Chemie, Anatomie, Physiologie rc. auseinandergesetzt werden, sie können aber nicht Gegenstand der Mikrographie sein. (Wir verweisen in dieser Beziehung auf das darin sehr vollständige Vogel'sche Werk.)

Was nun die mikroskopische Beobachtung selbst betrifft, so sind vielleicht einige Bemerkungen über das Verhalten des Auges dabei nicht überflüssig. Man bringe dasselbe während der Beobachtung so nahe, als möglich an das Ocular, indem man hierbei das größte Gesichtsfeld hat und fremdes Licht am besten ausschließt. Die Meisten schließen, während sie mit dem einen Auge in's Mikroskop sehen, das andere Auge und gewöhnen sich, weil die meisten Menschen wohl das linke, aber nicht das rechte Auge einseitig schließen können, daran, immer mit dem rechten Auge zu beobachten. Das Schließen des nicht beobachtenden Auges schadet zwar nichts, ist aber auch nicht nothwendig, indem man sich leicht gewöhnt, auch wenn es offen bleibt, seine Aufmerksamkeit nur auf das durch das andere Auge gesehene mikroskopische Bild zu richten. Eine andere Frage ist es dagegen, ob es nicht zweckmäßig wäre, mit beiden Augen bei der Beobachtung abzuwechseln, indem der beständige Gebrauch des einen Auges eine Ungleichheit im Sehvermögen beider Augen herbeiführt, welche wenigstens bei Mohl nicht ursprünglich bestand, sondern erworben wurde. Man gewöhnt sich allerdings, wenn man immer mit dem einen Auge beobachtet, mit demselben sehr scharf zu sehen, und erhält die Uebung, ohne eine Ermüdung oder Anstrengung zu fühlen, lange dauernde Beobachtungen mit demselben zu machen. Das in Unthätigkeit bleibende Auge erhält dagegen eine eigenthümliche Reizbarkeit. Wenn man mit diesem in das Instrument sieht, so es einen erhält weit helleren Lichteindruck, es wird aber schnell überreizt und ist zu scharfer und anhaltender Beobachtung nicht tauglich. Es begegnete Mohl wiederholt, daß er zu Zeiten, in denen er viele Monate hindurch täglich sehr anstrengende Beobachtungen machte, in dem nicht zur Beobachtung gebrauchten Auge Schmerzen

bekam, was ihm in dem rechten Auge, durch welches er in das Mikroskop sieht, niemals begegnete. Ein solcher Unterschied in der Reizbarkeit beider Augen bestand bei ihm, als er mikroskopische Beobachtungen zu machen anfing, noch nicht, und er konnte mit beiden Augen gleich gut beobachten. Aus diesem Umständen schließt er, daß es für die Augen besser wäre, wenn dieselben abwechselnd zur Beobachtung gebraucht würden.

In Hinsicht auf die Wahl der Vergrößerung, gilt ganz allgemein die Regel, daß man die Beobachtung mit schwacher Vergrößerung beginnt und allmählig zu den stärkeren aufsteigt. Der Grund hiervon ist einfach der, daß die schwächeren Vergrößerungen, da sie einen größern Theil des Objectes übersehen lassen und ein schärferes und helleres Bild geben, eine Uebersicht über das Ganze des Objectes geben, Form und Farbe desselben, den Zusammenhang und das Verhältniß seiner Theile erkennen lassen, wonach, wenn man auf diese Weise über die allgemeineren Verhältnisse orientirt ist, die starken Vergrößerungen einzelne specielle Puncte deutlicher zu machen geeignet sind. Bei'm Wechseln der Vergrößerungen mache man sich zur bestimmten Regel, die stärkeren Vergrößerungen niemals durch Verbindung schwacher Objective mit starken Ocularen hervorzubringen, sondern immer stärkere Objective bei Beibehaltung des schwächsten Oculares zu nehmen und erst dann, wenn man schon das stärkste Objectiv angeschraubt hat und mit der Vergrößerung noch höher steigen will, die stärkeren Oculare anzuwenden, wobei man freilich in der Regel nicht mehr viel gewinnen wird.

Es wird gewiß keinen mikroskopischen Beobachter geben, dem es nicht schon begegnete, daß er bei'm Einstellen des Mikroskopes das Objectiv dem Ob-

jecte zu sehr näherte und in der Meinnng, er sei noch zu weit von demselben entfernt, das Objectiv auf das Deckglas aufschraubte, in Folge hiervon das Object zerstörte, das Deckglas zerbrach, oder gar im schlimmsten Falle das Objectiv verdarb. Es giebt eine sehr einfache Methode, um sich gegen diesen Uebelstand sicher zu stellen, und wir rathen einem Jeden, sich dieselbe anzugewöhnen und sie unter allen Umständen zu befolgen. Sie besteht darin, daß man nicht, während man in das Mikroskop sieht, durch Abwärtsschrauben desselben das Object aufsucht und auch dasselbe einstellt, sondern umgekehrt, während man horizontal über das Deckglas wegsieht, das Mikroskop weiter abwärts schraubt, als nöthig ist und nur, während man in's Mikroskop sieht, dieses aufwärts schraubt, bis das Bild erscheint. Wer nicht mit starken Objectiven beobachtet, wird diese Methode für überflüssig und unnöthig zeitraubend halten; wer dagegen mit starken Objectiven oder mit solchen, welche dicke Deckgläser erfordern und den letzteren sehr nahe gebracht werden müssen, beobachtet, der wird sehr wohl thun, sich diese Regel zum unverbrüchlichen Gesetz zu machen. Die Optiker sollten, um jedenfalls die Objective vor dem in solchen Fällen möglichen Zerbrechen zu bewahren, die Fassung derselben so einrichten, daß über die Fläche des Glases und den auf das Glas umgebogenen Rand der äußere Theil der Fassung etwas vorsteht, wie dieses bei den Oberhäuser'schen Objectiven der Fall ist, bei welchen der auf die Linse umgebogene und vom übrigen Theil der Fassung durch eine eingedrehte Furche getrennte Rand, von dem an die Schraube angrenzenden Theile derselben etwas überragt wird.

Die Kunst, durch's Mikroskop zu sehen und sich eine klare Vorstellung von der Form des Objectes

zu bilden, wird nur durch lange Uebung erworben, indem diese Art zu sehen in mancher Hinsicht von dem gewöhnlichen Sehen abweicht. Man hat viel von Augentäuschungen gesprochen und es war eine Zeit lang Mode, daß die, welche von der Sache nichts verstanden, die mikroskopischen Beobachtungen als unzuverlässig in Mißcredit zu bringen suchten. Von dieser Absurdität sind zwar die Meisten zurückgekommen, allein dessenungeachtet will das Sehen durch's Mikroskop gelernt sein.

Das mikroskopische Sehen hat im Gegensatze gegen das Sehen mit bloßem Auge die Eigenthümlichkeit, daß immer nur die genau in der Fläche des Focus liegenden Gegenstände ein scharfes Bild geben, dagegen die hinter und vor dem Focus liegenden unsichtbar, oder wenigstens nicht deutlich sichtbar sind. Das ist zwar bei'm Sehen mit bloßen Auge auch bis auf einen gewissen Grad der Fall, indem bekanntlich das Auge unfähig ist, zu gleicher Zeit einen nahen und einen fernen Gegenstand deutlich zu sehen, und nach unserem Willen gewisse Veränderungen erleidet, welche es in den Stand setzen, entweder von fernen oder von nahen Gegenständen ein scharfes Bild zu entwerfen. Es liegen aber für's bloße Auge die Grenzen, zwischen welchen dasselbe zu gleicher Zeit deutlich sieht, einander nicht so nahe, daß wir nicht mehre in kurzer Entfernung hinter einander liegende Körper oder die verschiedenen, gegen einander geneigten Seiten desselben Körpers zugleich sehen können und dadurch in den Stand gesetzt werden, die Form eines Körpers mit einem Blicke aufzufassen, während bei einem starken Mikroskope schon die Dicke einer Schmetterlingsschuppe zu beträchtlich ist, um alle hinter einander in derselben liegenden Theile zugleich sehen zu können. Bei'm Sehen mit bloßem Auge besitzen wir ferner

das große Hülfsmittel, durch Bewegung des Kopfes und die dadurch geänderte Projection der Körper uns in zweifelhaften Fällen sogleich über ihre relative Lage und über ihre Form unterrichten zu können. Bei nahe liegenden Gegenständen können wir endlich dem Auge durch den Tastsinn zu Hülfe kommen.

Das Alles ist nun bei'm mikroskopischen Sehen anders. Wir sehen ein genau in einer Fläche liegendes Bild, wobei nicht, wie bei einem Gemälde, die verschiedenen hinter einander liegenden Theile künstlich in eine Ebene gebracht sind, sondern wobei die hinter und vor der gesehenen Fläche liegenden Theile unsichtbar sind, so daß wir nur die oberste Fläche eines Körpers ohne seine Seitenflächen, oder wenn das Mikroskop tiefer eingestellt wird und der Körper durchscheinend ist, die Fläche eines Durchschnittes durch denselben sehen. Wir können uns deßhalb bei'm mikroskopischen Sehen immer nur über die Breite- und Längendimension eines Körpers, aber nicht über die Dicke desselben unterrichten. Das Einrichtungsvermögen des Auges ist viel zu schwach, als daß es einen bemerkenswerthen Einfluß auf das mikroskopische Bild hätte und uns erlaubte, höher und niederer gelegene Theile nach einander erkennen zu können; dieses kann nur in Folge einer andern Einstellung des Mikroskopes geschehen. Mit diesem Umstande, daß wir durch das Mikroskop nur in bestimmter Entfernung sehen, fällt auch das Hülfsmittel hinweg, durch Änderung der Lage des Auges die Projection der gesehenen Körper zu ändern und uns dadurch über ihre Form zu unterrichten. Daß wir durch das Mikroskop nur mit einem Auge sehen, macht keinen bedeutenden Unterschied, indem wir auch bei'm gewöhnlichen Sehen nicht gerade mit zwei Augen sehen müssen, um die Form eines Körpers zu erkennen. Zu allem Diesen kommt nun noch die durch-

aus verschiedene Beleuchtung. Während wir mit seltenen Ausnahmen im gewöhnlichen Leben keinen Körper mittelst durchgehenden, sondern nur mittelst des von ihm reflectirten Lichtes sehen, findet bei'm Mikroskope in der Regel das Gegentheil Statt. Wir sehen mehr den Schatten des Körpers, als ihn selbst; wir sehen keine Erhabenheiten und Vertiefungen, sondern wir sehen die Vertiefungen als hellere, die Erhabenheiten als dunklere Stellen desselben. Hierzu kommen noch mancherlei Erscheinungen, welche die Brechung des Lichtes in sphärischen oder cylindrisch gekrümmten, erhabenen oder concaven Theilen, in Luftblasen, die in dichteren Flüssigkeiten enthalten sind, oder Röhren ausfüllen rc., erzeugt.

Alle durch das Mikroskop gesehenen Bilder faßt das Auge eben so richtig auf, als wenn wir dieselben ohne ein optisches Instrument sehen würden; das Auge täuscht sich nicht, wohl aber täuscht sich der, welcher die Bedeutung der Bilder noch nicht kennt. Das Sehen durch's Mikroskop muß erst erlernt, der mikroskopische Beobachter erzogen werden. Diese Erziehung bedarf übrigens keines besondern Unterrichtes, sie ergiebt sich durch Umsicht bei'm Beobachten von selbst.

Die hauptsächlichste Schwierigkeit bei'm mikroskopischen Sehen besteht darin, daß wir uns bei der Unmöglichkeit, die der Tiefe nach hinter einander liegenden Theile eines Körpers zu sehen, nur dadurch eine Vorstellung von seiner Form bilden können, daß wir das Mikroskop auf die verschiedenen, der Tiefe nach hinter einander liegenden Schichten des Körpers einstellen, und die auf diese Weise nach einander erhaltenen Bilder im Gedächtnisse vergleichen und aus denselben ein körperliches Bild construiren. Bei Körpern, welche eine einfache Form, z. B. die einer Kugel, eines Cylinders, eines Würfels rc. besitzen,

wird dieses Verfahren und eine geringe Uebung hinreichen, um sich eine deutliche Vorstellung von ihrer Gestalt zu verschaffen; bei verwickelten und unregelmäßigen Gestalten, z. B. bei polyedrischen Pflanzenzellen, macht dagegen die Sache größere Schwierigkeiten, und es scheint, daß viele Menschen nicht die nöthige Combinationsgabe und den nothwendigen Formensinn haben, um sich auf diese Weise aus den verschiedenen, nach einander gesehenen Bildern die wirkliche Form des Körpers zu construiren, wie z. B. die vielen abentheuerlichen Vorstellungen und Zeichnungen, welche über die Form der Pflanzenzellen publicirt wurden, beweisen. In solchen schwierigeren Fällen, und ebenso bei einfacher gestalteten Körpern, wenn es sich um Ausmittlung der Dimensionen ihrer verschiedenen Seiten handelt, können wir uns über die wahre Gestalt der Körper nur dadurch Gewißheit verschaffen, daß wir sie von verschiedenen Seiten aus betrachten. Bei isolirten Körpern geschieht dies leicht, wenn sie in eine Flüssigkeit gebracht und, sei es durch bloße Neigung des Objectträgers, sei es durch Umherrollen mittelst eines Deckglases um ihre Achse, in verschiedenen Richtungen gedreht werden. Bei Theilen zusammengesetzter Körper erreicht man denselben Zweck durch Schnitte, die in bestimmten Richtungen geführt werden. Dieses letztere Mittel findet namentlich in der Pflanzenanatomie die ausgedehnteste Anwendung.

Das letztere Hülfsmittel ist ferner das einzige, welches uns über Erhabenheiten und Vertiefungen der Körper, Aushöhlungen in ihrer Substanz u. dergl. Aufschluß gewähren kann. In einer Masse von Fällen bemerkt man an organischen Körpern hellere oder dunklere Puncte, Streifen &c., über deren wahre Beschaffenheit man in Zweifel bleibt, so lange man sie nur von einer Seite aus sieht, deren Verhältnisse

aber sogleich klar werden, wenn wir sie in der auf die frühere senkrechten Richtung betrachten. Wir erinnern z. B. an die sogenannten Poren der Pflanzenzellen und Gefäße und an die Höfe, von welchen manche derselben umgeben sind; so lange man bei Untersuchung dieser Gebilde immer nur senkrecht auf die Membran, aus der sie bestehen, hinabsieht, ist die Beschaffenheit dieser Tüpfel unklar; sie werden bald für Erhabenheiten, bald für anhängende Körner, bald für Löcher erklärt ꝛc. Wenn man dagegen anfängt, diese Organe auf Schnitten, die in senkrechter Richtung ihre Membranen getrennt hatten, zu untersuchen, so kann nicht verborgen bleiben, daß die sogenannten Poren Canäle sind, welche nur einen Theil der Membran durchdringen, und die Höfe Höhlungen, welche zwischen den Wandungen der aneinander liegenden Zellen und Gefäße liegen.

Gehörig geführte Schnitte gewähren auch das beste Mittel, um sich vor Täuschungen, zu denen die Brechung des Lichtes in gekrümmten, durchsichtigen Körpern Veranlassung geben kann, sicher zu stellen. Wie Viele glaubten nicht z. B. zu finden, daß die Haare, die Fasern der Spiralgefäße hohl seien; die Betrachtung eines Querschnittes derselben widerlegt diese Ansicht auf die einfachste Weise. Nicht selten kann man sich auch von dem Mangel oder der Anwesenheit einer Höhlung dadurch überzeugen, daß man einen Körper zuerst trocken untersucht und alsdann Wasser auf denselben bringt, wo sich dann, wenn er eine Höhlung besitzt, an der eigenthümlichen Brechung des Lichtes, so lange die Höhlung noch Luft enthält, und an dem Eindringen des Wassers in dieselbe die Sache leicht entscheiden läßt. Diese Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, wie der mikroskopische Beobachter die Structur eines Körpers zu untersuchen und wie er zu sehen hat. Es ist

vielleicht keine unrichtige Vergleichung, wenn wir seine Methode mit dem Verfahren, sich vom Baue einer Maschine oder eines Gebäudes durch das Studium von Aufriß- und Durchschnittszeichnungen zu unterrichten, vergleichen. Wie hier die Phantasie zu Hülfe kommen muß, um aus den sich rechtwinklich sich kreuzenden Durchschnitten, von welchen jeder nur die in einer Fläche liegenden Theile darstellt, ein körperliches Bild zu construiren und auf die Längen- und Breitendimensionen, welche der eine Durchschnitt darstellt, die Dimensionen der Tiefe überzutragen, die ein anderer Durchschnitt zeigt, auf ganz analoge Weise muß der mikroskopische Beobachter die Bilder, welche er bei den verschiedenen Seitenansichten eines Körpers und auf Durchschnitten, die in verschiedenen Richtungen gemacht wurden, erhält, combiniren, um eine Vorstellung von den körperlichen Verhältnissen des Objectes zu erhalten. Die Sache ist an und für sich nicht schwer, sie erfordert aber einen gewissen Formensinn, Geduld und Uebung.

Die Betrachtung opaker Körper durch das Mikroskop hat weit mehr Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen Sehen, als die Untersuchung durchsichtiger Körper im durchgehenden Lichte, namentlich wenn das Licht von der Seite und nicht gerade von oben mit dem L i e b e r k ü h n'schen Spiegel auf das Object geworfen wird. Bei der ersteren Beleuchtung werfen nämlich die Erhabenheiten einen ähnlichen Schatten, wie wir dieses bei den uns umgebenden Körpern zu sehen gewohnt sind, während bei der zweiten Beleuchtungsart jeder Schatten wegfällt. Die erste Beleuchtungsart wird daher leichter die wahre Form der Körper erkennen lassen, und es giebt nur einen Umstand, welcher einen unter dem Mikroskope liegenden opaken Körper anders erscheinen läßt, als bei der Betrachtung mit dem bloßen Auge, nämlich

das Verhältniß, daß man mit dem Mikroskope nur die in einer Fläche liegenden Theile sieht, weßhalb es auch hier nöthig wird, um eine Verstollung von den verschiedenen, am Körper vorspringenden Theilen zu erhalten, das Mikroskop bald tiefer, bald höher einzustellen. In manchen Fällen ist man bei mikroskopischer Beobachtung opaker Körper einer Täuschung in der Hinsicht ausgesetzt, daß man bei der Betrachtung ebener Körper, über deren Fläche einzelne Erhabenheiten vorspringen, oder in denen sich Vertiefungen finden, die Erhabenheiten für Vertiefungen hält und umgekehrt. Wir wissen von dieser Täuschung keine Erklärung zu geben. Sie tritt, wie wir glauben, besonders bei Betrachtung von matten Körpern ein, z. B. bei Betrachtung der Schrift von Gypsabgüssen von Münzen, wogegen wir sie bei Betrachtung von frisch geschlagenen, glänzenden Münzen niemals sahen. Auffallend ist hierbei, daß man bei derselben Beleuchtung die gleiche Stelle bald vertieft, bald erhaben zu sehen glaubt. So betrachtete Mohl z. B. einen aus Ebenholz verfertigten Objectenschieber, in welchen Nummern eingeschlagen sind, die also vertieft sind. Diese Zahlen sah er bald als Erhabenheiten, bald als Vertiefungen; wenn er sie der Reihe nach durch das Gesichtsfeld des Mikroskopes führte, erschien die eine Zahl als erhaben, die nächste vielleicht als vertieft und zwar auf die Weise, daß die gleiche Zahl, z. B. 7, bei Wiederholung des Versuches sich nicht immer auf die gleiche Weise zeigte. Dabei war es vollkommen gleichgültig, von welcher Seite er das Licht einfallen ließ. Da er diese Erscheinung niemals bei'm Gebrauche von Loupen oder Doublets beobachtete, so glaubte er früher, sie hänge damit zusammen, daß das Mikroskop ein verkehrtes Bild gebe, und daß wir deßhalb eine erhabene Stelle scheinbar von der vom Fenster abge-

wendeten Seite her beleuchtet sehen, also auf dieselbe Weise, wie wenn dieselbe vertieft wäre. Es kann aber der Grund der Täuschung nicht hierin liegen, denn ein pankratisches Mikroskop, welches ein aufrechtes Bild giebt, zeigt die Erscheinung gerade auf dieselbe Weise, wie das gewöhnliche Mikroskop. Diese Täuschung kann übrigens nur dann eintreten, wenn die Erhabenheiten oder Vertiefungen sehr flach sind und deßhalb mit der ebenen Fläche zugleich gesehen werden; wenn sie dagegen bedeutendere Vorsprünge oder Versenkungen bilden, und deßhalb eine andere Einstellung des Mikroskopes nöthig ist, um die verschiedenen Theile des Objectes nach einander in den Focus zu bringen, so ist durch diese Bewegung des Mikroskopes das Mittel gegeben, sich vor jener Täuschung zu bewahren.

Bei dieser Gelegenheit ist es vielleicht nicht unpassend, auch über andere Täuschungen, welchen mikroskopische Beobachter unterworfen sein können, einige Worte beizufügen. Wir halten es jedoch für überflüssig, nach dem Vorgange anderer Mikrographen solche Täuschungen anzuführen, welche nicht im Instrumente oder im Auge des Beobachters begründet sind, sondern auf bloßer Unachtsamkeit und leichtsinniger Oberflächlichkeit desselben beruhen.

Beinahe die einzige Erscheinung, welche auf die Sicherheit der mikroskopischen Beobachtung einen wirklich störenden Einfluß ausüben und bei Untersuchung organischer Körper zu bedeutender Täuschung Veranlassung geben kann, hängt von der Beugung ab, welche das Licht an den Rändern des Objectes und seiner einzelnen Theile erfährt. In Folge dieser Ablenkung der Lichtstrahlen von ihrem geraden Wege und der dabei Statt findenden Interferenz derselben bilden sich bekanntlich längs der Ränder des von einem Gegenstande geworfenen Schattens und zwar

sowohl außerhalb, als innerhalb der Grenze des Schattens abwechselnde hellere und dunklere Streifen, welche bei intensiver Beleuchtung prismatische Farben zeigen. Diese Erscheinung tritt uns bei mikroskopischen Beobachtungen, wenn stärkere Vergrößerungen gebraucht werden, in einem oft sehr störenden Grade entgegen, weniger bei der ohnehin für mikroskopische Untersuchungen unwichtigeren Betrachtung opaker Körper, als bei der Untersuchung durchscheinender Körper im durchgehenden Lichte. Eine nur geringe Störung, welche nicht leicht zu einer falschen Vorstellung Veranlassung geben kann, verursacht dieselbe bei Betrachtung von ziemlich dunkeln Körpern, indem hier die innerhalb des dunkeln Bildes fallenden Säume nicht zu Gesichte kommen und nur ein längs des Umrisses des Körpers im hellen Gesichtsfelde des Mikroskopes verlaufender heller Saum gesehen wird, von dem leicht zu erkennen ist, daß er nicht einen dem Körper wirklich angehörenden Theil bezeichnet. Ganz anders verhält es sich dagegen bei Untersuchung sehr durchsichtiger, halb schleimiger Objecte, namentlich wenn Canäle, die als dunkle Linien erscheinen, oder Aushöhlungen, die einen scharfen Umriß haben, sich in denselben finden. In diesen Fällen sieht man einen Lichtsaum, und eine denselben begrenzende dunkle Linie über die Substanz des Körpers parallel mit seinen Umrissen verlaufen. Hier ist die größte Vorsicht nöthig, um sich nicht täuschen zu lassen, denn man kommt gar leicht auf den Glauben, in diesen Fällen eine den Körper von außen umgebende, oder eine seine Canäle und Höhlungen auskleidende Membran zu sehen.

Vom Dujardin'schen Beleuchtungsapparate wird häufig gerühmt, daß er diese Erscheinungen der Beugung verhindere, indem er das zur Beleuchtung dienende Licht in der Fläche des Objectes zu einem

Focus sammle und der Körper dem Auge mittelst gleichsam von ihm ausgehender Lichtstrahlen sichtbar werde. Jedoch ist dies durchaus nicht immer der Fall.

Bei der hellen Beleuchtung, wie sie das directe Sonnenlicht giebt, zeigen sich die Beugungserscheinungen in einem noch weit schlimmeren Grade, indem die Lichtsäume nicht bloß an jeder kleinen Ungleichheit des Objectes auftreten, sondern auch intensiv gefärbt sind, weßhalb diese Beleuchtung unter allen Umständen zu verwerfen ist.

Manche Mikrographen suchen im Zustande des Auges eine Menge Ursachen von Täuschungen; wir glauben mit Unrecht. Am häufigsten wird es wohl vorkommen, daß die sogenannten mouches volantes störend einwirken, um so mehr, da anhaltende mikroskopische Beobachtungen zur Vermehrung derselben Veranlassung geben. Dieselben sind in manchen Fällen sehr lästig, allein wie sie eine falsche Vorstellung vom Bilde sollen erzeugen können, ist nicht einzusehen, da sie mit der Bewegung des Auges sich bewegen und das Bild stehen bleibt.

Einen besondern Werth, nicht wegen einer durch dieselbe veranlaßten Täuschung, sondern wegen einer Verschlechterung des Bildes legt B r e w s t e r (treat. on the Microsc., p. 165) auf den Zustand der die Hornhaut befeuchtenden Flüssigkeit, indem sie, wenn sie zähe sei und durch die Bewegung des Augenliedes über die Hornhaut verbreitet werde, nicht zugleich die letztere in einem ebenen und platten Zustande zurücklasse und das genaue Sehen störe. Er giebt den Rath, in einem solchen Falle das Auge dem Dampfe von einem auf siedendes Wasser gebrachten Tropfen Ammoniak auszusetzen, damit die zähe Flüssigkeit durch die reichlicher fließenden Thränen von der Hornhaut abgewaschen werde. Eine andere Störung ent-

steht nach Brewster durch diese Flüssigkeit in Folge davon, daß sie, der Schwere folgend, in senkrechter Richtung über die Hornhaut abwärts fließt und auf diese Weise feine, erhabene Streifen bildet, welche das scharfe Sehen von horizontalen Linien hindern, das von senkrechten Linien dagegen eher verbessern. Er giebt deßhalb den Rath, wenn man bei senkrechter oder schiefer Lage des Kopfes durch das Mikroskop gestreifte Objecte betrachte, dieselben so zu legen, daß die Streifen senkrecht erscheinen.

Zweites Capitel.

Vom Glasschneiden.

Nachdem wir nun in dem Vorhergehenden eine Reihe von allgemeinen Bemerkungen über die mikroskopischen Beobachtungen gemacht haben, wenden wir uns nun in den nächsten Capiteln zu einigen speciellen Operationen, mit denen derjenige, welcher sich mit dem Mikroskope beschäftigt, genauer bekannt sein muß. Wie müssen diese Operationen um so mehr beschreiben, da unser Werk den Hauptzweck hat, Anfängern in der Kunst der mikroskopischen Beobachtungen einen Leitfaden an die Hand zu geben, Anfänger aber durchaus nicht mit den verschiedenen Methoden bekannt sein können, um mancherlei Objecte zu präpariren. Dieser Umstand würde uns auch entschuldigen, daß wir bei manchen Dingen mehr in's Detail gehen, als man im Allgemeinen von einem Werke über das Mikroskop erwarten darf.

Alle Structuren, welche bei durchfallendem Lichte untersucht werden sollen, bedürfen Glas von sehr

verschiedenartiger Form, entweder zur Unterlage während der Beobachtung, oder um fortwährend darauf befestigt zu werden. Es ist daher unerläßlich, daß wir hier genauer über das Glasschneiden reden, da der Mikroskopist dieser Operation fortwährend bedarf.

Die Diamanten zum Glasschneiden. — Wer häufiger Glas zu schneiden hat, muß zweierlei Diamanten haben, einen stärkeren zum Schneiden und einen kleineren zum Schreiben. Mit dem ersteren schneidet man die Täfelchen und Streifen von dem stärkeren Glase zur Anfertigung der verschiedenartigen Kästchen und Büchschen, in denen man mikroskopische Objecte aufbewahrt, während der kleinere Diamant nicht allein zum Schreiben, sondern auch zum Schneiden der dünnen Deckgläser u. s. w. benutzt wird.

Der eigentliche Glaserdiamant ist in Fig. 191 abgebildet; er besteht aus einer Fassung von länglich viereckiger Gestalt, von Stahl oder von Messing, welche den Diamant aufnimmt. Oben ist dies Stückchen Metall durch einen Stift, um den es gedreht werden kann, mit dem Griffel des Instrumentes verbunden. Dieser Griffel besteht gewöhnlich aus Holz oder aus Elfenbein; sein oberer Theil ist rund und dünn, der untere Theil aber weit stärker und breit, wovon der Grund sogleich angegeben werden soll. Wer nicht geübt im Glasschneiden ist, und einen Diamant zum ersten Mal in die Hand nimmt, muß manchen Schnitt erst thun, ehe ein solcher sogleich recht gut gelingt. Der obere Theil des Griffels muß zwischen den Zeige- und Mittelfinger genommen werden, während man gegen die eine flache Seite mit dem Daumen drückt. Die eine Seite der Fassung wird an die Kante des Lineals gelegt, welches, da die Fassung beweglich ist, leicht bewerkstelligt werden kann. Soll daher ein Glasstreifen von einer

Tafel abgeschnitten werden, so legt man das Lineal dahin, wo der Schnitt kommen soll, und wenn nun der Operateur mit dem Diamant noch nicht geschnitten hat, so muß er ihn auf seine Spitze stellen, rückwärts und vorwärts bewegen, mit dem oberen Theile kleine Bogen beschreiben, bis daß der Diamant leicht in das Glas einschneidet. Wenn man die rechte Stellung des Diamanten erlangt hat, so zieht man ihn sorgfältig längs dem Lineale von einem Ende zum andern, wobei man immer dahin sieht, daß der ausgeübte Druck nicht zu bedeutend sei, und daß derselbe Grad der Neigung des Griffels auf dem ganzen Zuge beibehalten werde, weil man sonst das Glas an der einen Seite schneidet und an der andern bloß ritzt. Ein richtiger Schnitt ist nur wenig sichtbar, und bei'm Schneiden veranlaßt er einen eigenthümlichen, sonoren Klang, wogegen bei'm Ritzen das Glas aussplittert, der Ritz sehr ungleich und rauh wird und ein unangenehmer, knisternder Ton entsteht. Hält man nun das Glas gegen das Licht, so wird man gleich wahrnehmen, daß der Ritz nur sehr oberflächlich ist, wogegen ein guter Schnitt an der Oberfläche nur wenig wahrgenommen werden kann, aber eine tiefe Spalte in der Glastafel bildet. Wenn man gut geschnittenes Glas in dem Schnitte zu brechen sucht, so gelingt dies leicht; ein geritztes Glas läßt sich dagegen nur sehr schwer abbrechen. Obgleich das Glasschneiden auf den ersten Blick sehr leicht erscheint, so ist dies in der Praxis doch durchaus nicht der Fall. Der erste Versuch zur Uebung besteht darin, auf einem Stücke weichen Glases eine Anzahl von Schnitten so nahe als möglich an einander zu machen, und es dann zu versuchen, welche schmale Streifen man abbrechen kann.

Der Schreibdiamant ist in Fig. 192 abgebildet; er läßt sich nicht drehen und hat auch nur

einen dünnen Griffel von Ebenholz oder Elfenbein. Auch er schneidet oder ritzt bloß in gewissen Stellungen, die der Operateur aufsuchen und sich alsdann ein Zeichen an dem Griffel machen muß, so daß er stets im Stande ist, zu wissen, welche Seite er nach vorn oder nach dem Lineal zu halten muß. Ein Theil des Griffels muß quadratisch sein, um ihn fest zwischen den Fingern halten zu können, wozu Daumen und Zeigefinger am besten passen. Man hat zweierlei Arten von diesen Schreibdiamanten, von denen die eine aus unregelmäßigen Steinen besteht, an welche eine feine Spitze geschliffen worden ist, während die andere Art aus scharfkantigen Splittern besteht. Die erstere Art ist theurer, aber besser.

Das Glas. — Das beste Glas, welches zur Aufnahme von mikroskopischen Objecten dient, ist dünnes Tafel- oder Spiegel- und gestrecktes Tafelglas. Man kauft es in Tafeln oder sogleich in kleineren Stücken von zweckmäßiger Größe; ersteres muß frei von Löchern und Rissen sein, während man bei dem zweiten Adern und Luftblasen zu vermeiden hat. Entweder läßt man sich nun diese Gläser von einem Glaser in Stücken und Streifen von erforderlicher Größe schneiden, oder man thut dies mit Hülfe der so eben beschriebenen Diamanten selbst, und man muß dann auch ein Schneidbret haben. Ein solches Schneidbret ist in Fig. 193 abgebildet. Es besteht aus einem Bret von hartem Holze **ab**, ungefähr 18 Zoll lang, 9 Zoll breit und $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll dick. An der einen Kante ist eine hölzerne Leiste **c** aufgeschraubt, die ungefähr 1 Zoll breit und $\frac{1}{4}$ Zoll dick ist, jedoch um 2 Zoll kürzer, als das Bret. Auf diesem sind noch Linien **efg** gezogen, welche die Breite der am häufigsten angewendeten Glasstreifen andeuten. Das Lineal hat gewöhnlich die Länge des Bretes, und seine Breite ist gleich der der Glasstrei-

fen, welche abgeschnitten werden sollen, weniger den Ansatz der Diamanten. Ein solches Lineal muß ebenfalls aus hartem Holze bestehen und ist $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll stark; d zeigt ein solches Lineal. Hauptsächlich müssen die Enden genau rechtwinklich abgeschnitten werden, wovon der Zweck sofort deutlich werden wird. Nehmen wir nun an, daß man Glasstreifen von gewöhnlicher Größe, d. h. 3 Zoll lang und 1 Zoll breit abschneiden solle, so muß man zwei Lineale haben, das eine nicht ganz einen Zoll, das andere nicht ganz 3 Zoll breit, indem kein Diamant dicht an der Kante der Lineale schneidet, da er mitten in einem Stück Stahl oder Messing eingefaßt ist, weßhalb die Entfernung des Schnittes, welcher durch die Diamantspitze gemacht wird, von der Kante des Lineals, von der Stärke der Fassung abhängt; und da nicht zwei von der nämlichen Stärke sind, so ist es erforderlich, die Lineale von den resp. Breiten von 1 Zoll und von 3 Zoll zu haben, um den Diamantschnitt in das gehörige Maß bringen zu können. Sollen freilich die Kanten des Glases abgeschliffen werden, welches bei Spiegelglas immer nothwendig ist, so kann man auch eben so breite Lineale als die Glasstreifen sein sollen, haben, weil alsdann die Fassungsbreite des Diamantes von dem Glase abgeschliffen wird.

Bei'm Schneiden des Glases selbst verfährt man folgendermaßen: Zuvörderst muß das Glas in Streifen von 3 Zoll Breite zerschnitten werden. Da nun die Glastafeln wenigstens an einer Kante nicht vollkommen gerade sind, so wird von dieser Kante erst ein schmaler Streifen abgeschnitten. Diese beschnittene Kante wird nun gegen die Leiste auf dem Bret gelegt und fest dagegen gedrückt. Darauf wird das breite Lineal auf das Glas gelegt, ebenfalls gegen die Leiste gedrückt und mit dem Dia=

mant ein Schnitt geführt; wir haben nun einen 3 Zoll breiten Glasstreifen. Dann wird das eine Ende von diesem Streifen rechtwinklich abgeschnitten, welches dadurch bewirkt wird, daß man denselben gegen die Leiste legt, das abzuschneidende Ende etwas über den Rand des Bretes hervorstehen läßt, das breite Lineal parallel mit der Kante darüber legt und nun mit dem Diamanten den Schnitt führt. Dies rechtwinklich abgeschnittene Ende wird nun gegen die Leiste des Schneidebretes gelegt und kann nun mit Hülfe des schmalen Lineals, wenn soviel 3 zöllige Stücke geschnitten werden, als die Länge des Streifens zuläßt. Die von den Glastafeln abgeschnittenen schmalen Streifen können sehr zweckmäßig bei der Verfertigung von Kästchen oder Büchsen benutzt werden. Man wird leicht einsehen, daß man eben so gut Glastäfelchen von jeder andern Größe zerschneiden kann, als solche von 3 Zoll Länge und 1 Zoll Breite.

Das Schleifen der Ränder der Glastäfelchen. — Alles Glas, was mit dem Diamant zerschnitten ist, hat rauhe Kanten, und um dies zu vermeiden und um das Ansehen der Täfelchen zu verbessern, muß man diese Kanten abschleifen, welches man dadurch bewirkt, daß man sie auf einer ebenen Metallplatte mit Schmirgel und Wasser reibt. Eine solche Schleif- oder Polirscheibe ist ein sehr nützliches Werkzeug, und wir wollen daher hier einige Worte darüber sagen. Das beste Metall zu einer solchen Scheibe ist eine Legirung von Blei und Pewter, welche aus 4 Theilen Zinn und 2 Theilen Antimon besteht; aber auch gußeiserne und messingene Scheiben kann man anwenden; bleierne sind zu weich. Diese Scheiben werden entweder mit dem Metallhobel abgeglitten, oder wenn man mehre derselben hat, so kann man eine mit der andern abschleifen; man

giebt ihnen gewöhnlich einen Durchmesser von 6 bis 8 Zoll. Bei'm Schleifen hält man die Glastäfelchen vollkommen senkrecht und treibt sie in Kreisen oder rückwärts und vorwärts, bis daß die Kanten vollkommen eben sind. Sollen die Kanten ablaufen, so hält man sie in einem Winkel von 45 Grad gegen die Scheibe. Der Schmirgel muß möglichst fein sein, und man muß die Täfelchen zuweilen in reines Wasser tauchen und dasselbe ablaufen lassen, um zu sehen, wie weit das Schleifen Erfolg gehabt hat. Damit das Schleifmittel, Schmirgel und Wasser, nicht ablaufe, ist es am besten, die Scheiben in Holz zu fassen, so daß sie mit einem Rande umgeben sind. Sollen die Kanten noch polirt werden, so geschieht dies auf einem starken Leder, welches mit Zinnasche und Wasser bestrichen ist. Hat man viel Täfelchen zu schleifen, so ist es am besten, die Scheiben mit einer Vorrichtung zu versehen, welche dieselbe um ihre eigene Achse dreht. Sollen die Glasstreifen mit Papier überzogen werden, so kann man das Schleifen unterlassen, da das Papier alle Rauhheiten bedeckt.

Dünnes Glas zu Deckgläsern u. s. w. zu schneiden.

Das dünne Glas, welches zum Bedecken mikroskopischer Präparate angewendet wird, und von welchem wir im 4. Cap. des 1. Abschnittes näher redeten, wird in einigen Fabriken von verschiedenen Graden der Stärke gemacht, von $\frac{1}{20}$ bis zu weniger als $\frac{1}{100}$ Zoll. Da dieses Glas nicht abgekühlt werden kann, so ist es spröde, und muß mit großer Sorgfalt behandelt werden. Das Schneiden geschieht auf dem eben beschriebenen Bret, und das Schneiden geschieht auf die oben beschriebene Weise, indem man

die Linien c f g als Maße anwendet. Gewöhnlich kommt nichts darauf an, wenn diese Deckgläschen auch nicht überall gleiche Größe haben.

Das Schneiden geschieht mit dem Schreibdiamant, und die scharfe Spitze desselben wird mit einem leichten Druck über das Glas geführt, da dasselbe bei seiner Dünne und Sprödigkeit sehr leicht zerbricht. Muß man den Glaserdiamant anwenden, so legt man das dünne Glas auf eine Tafel gewöhnliches stärkeres Glas, deren Oberfläche man mit Wasser anfeuchtet, so daß alle Unebenheiten von demselben ausgefüllt werden und auf diese Weise die Zerbrechlichkeit vermindert wird. Da aber dieses nicht gekühlte Glas oft eine sehr harte Oberfläche hat, so greift ein gewöhnlicher Glaserdiamant oft gar nicht an.

Das Ausschneiden runder und ovaler Deckgläser geschieht entweder durch eine Maschine, bei welchem eine ebene Holzfläche, auf welcher das Glas liegt, sich in einem Kreise oder oval unter einer Diamantspitze umdreht, oder es geschieht mittelst des Schreibdiamantes, in welchem letzteren Falle eine Größe der Patrone von der Form des Deckels erforderlich ist. Bei'm Schneiden kreisrunder Deckgläser kann man auf folgende Weise verfahren: man nimmt Metallscheiben von verschiedener Größe, legt eine derselben auf das dünne Glas und drückt es mit dem Finger fest an, worauf man den Diamant rings um den Rand der Scheibe führt, ihn dabei aber immer um seine eigene Achse dreht, weil sonst Anfang und Ende des Schnittes nicht zusammentreffen; eine kleine Praxis wird das Hinderniß bald heben. Sind viele Scheiben von gleicher Größe erforderlich, so muß man das dünne Glas in Streifen, die etwas breiter, als die Kreise sind, zerschneiden, und wenn dann die runden Deckgläser ausgeschnitten sind, so lassen sie sich leicht von dem umgebenden

Glase trennen. Erfolgt diese Trennung nich sogleich, so sind einige Striche mit dem Diamant, durch diejenigen Theile, welche dem Abbrechen Widerstand leisten, hinreichend, um die leichte Trennung zu bewirken. Oder man wendet verschieden weite Glasröhren als Patronen an, indem man die Enden auf das Glas stellt und mit dem Diamant herumführt.

Sind ovale Deckgläser erforderlich, so wendet man entweder eine Patrone, die aus Kartenpappe ausgeschnitten ist, an, oder man schneidet sie nach den ovalen Büchsen aus, welche zur Aufbewahrung der Präparate benutzt werden, und verfährt dann wie bei den übrigen Patronen. Vieles von dem dünnen Glase, welches zu Deckgläsern angewendet wird, ist leicht gekrümmt, weßhalb man stets ebene Stücke aussuchen muß, indem sonst die Verkittung nicht geräth. Sind die Schnitte bei den runden oder ovalen Gläsern nicht ganz scharf erfolgt und sind hin und wieder Glasstückchen daran hängen geblieben, so ist es nothwendig, die rauhen Kanten mit einer feinen Feile glatt zu machen. Man muß dabei die Gläser fest zwischen den Fingern halten, so daß nur wenig Glas übersteht und dann mit der Feile über die Kante führen, weil man sonst Gefahr läuft, die Scheiben zu zerbrechen.

Neuerlich hat man in England ein Instrument erfunden, um runde Scheiben aus dünnem Glase auszuschneiden. Es ist dasselbe in Fig. 194 abgebildet und entspricht seinem Zweck sehr gut. Es besteht aus einer Spindel von Stahldraht a a, welche sich frei in einer Messinghülse b bewegt. An dem oberen Ende der Stahlspindel ist ein Knopf von Elfenbein c angebracht und am untern Ende eine kleine Kappe von Holz d. An dem untern Ende der Hülse b ist ein Stück Messing e angelöthet, durch welches ein kleiner dreieckiger Stab f verschieb-

bar ist. An diesem Arm befindet sich ein stärkeres Ende g, und durch dasselbe geht der Stahlstift **h** mit einer Diamantspitze, der durch die Stellschraube i höher und niedriger gestellt werden kann, während der Stab f durch die Stellschraube j festzustellen ist. Durch diese Stellung wird auch der größere und geringere Durchmesser der auszuschneidenden Scheiben bestimmt. Will man das Instrument nun gebrauchen, so setzt man die Kappe d senkrecht auf das Glas, und nachdem man dem Arm f die erforderliche Stellung gegeben hat, legt man einen Finger der linken Hand auf die Scheibe oder den Knopf **c** und einen Finger der rechten Hand auf die Scheibe **K** und dreht dieselbe um. Es wird dadurch die Diamantspitze mit herumgeführt, und auf diese Weise werden die Deckgläser ausgeschnitten, welches bei einiger Uebung sehr leicht geschieht.

Drittes Capitel.

Das Zusammenkitten der Kästchen oder Büchsen.

Man wendet bei'm mikroskopischen Präpariren dreierlei Methoden an, indem sie entweder trocken oder in einer Art von präservativer Flüssigkeit, wie Spiritus und Wasser, oder irgend einer Auflösung, oder drittens, indem sie von canadischem Balsam umgeben werden. Bei der ersteren Methode ist daß wesentlichste Erforderniß ein Glasstreifen und ein Streifen von Deckglas. Bei dem zweiten Verfahren ist aber, wenn das Object einige Dicke hat, ein Behälter nöthig, in welchem die Flüssigkeit enthalten ist, der meistentheils aus Glas besteht, und eine Zelle oder Büchschen genannt wird. Die größeren Behäl-

ter nennt man auch Tröge. Ihre Form und Größe ist sehr verschiedenartig, alle aber müssen auf einem Glasstreifen befestigt werden, wozu irgend ein Kitt erforderlich ist. Es ist daher nothwendig, hier das Verfahren bei'm Zusammenstellen dieser Zellen, Büchsen und Tröge zu beschreiben.

Das Verkitten ohne Anwendung von Wärme. — Der angewendete Kitt besteht aus einem Gemenge von Firniß und Lampenschwarz oder aus Firniß und Glätte oder Mennige, oder aus einer Auflösung von Asphalt in Terpenthin. Mit einem von diesen Kitten werden nur die zu vereinigenden Kanten und Flächen nicht zu dünn bestrichen; es werden die zu verbindenden Theile fest an einander gedrückt, worauf man den Kitt gehörig trocknen läßt, wozu aber oft mehre Tage erforderlich sind.

Das Verkitten mit Anwendung der Warme. — Am besten ist es, canadischen Balsam oder Hausenblase zum Verkitten anuzwenden, allein da beide Substanzen nur in der Wärme noch flüssig gemacht werden, so muß man dabei einen einfachen Apparat anwenden, der aus einem Stück Eisenblech besteht, der von irgend einer chemischen Lampe erwärmt wird. Sehr einfach ist der in Fig. 195 abgebildete Apparat mit einer Spirituslampe, dessen Platte ohngefähr 6 Zoll lang, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{8}$ Zoll dick ist. An den vier Ecken sind 3 Zoll hohe Drahtbeine eingeschraubt oder festgenietet, welche die Platte 3 Zoll hoch und über der Spirituslampe halten.

Während nun die Platte gewärmt wird, werden die zu verkittenden Theile darauf gelegt und auf die Seiten der Zelle kleine Stückchen Hausenblase; sobald dieselben zu schmelzen anfangen, werden sie mit einem scharfspitzigen Instrumente über die ganze Fläche gestrichen, welche aufgekittet werden soll. So-

bald der Leim in's Kochen kommt, nimmt man die Zelle mit einer kleinen Zange, dreht sie herum und legt sie auf den Glasboden, mit welchem sie verbunden werden soll. Man drückt die Zelle mit einem Stückchen Holz fest auf, so daß der überflüssige Leim und vielleicht auch manche Luftbläschen ausgedrückt werden. Man nimmt nun die ganze Zelle weg und legt sie auf ein Stück Holz, und ehe noch der Leim kalt wird, werden die überflüssigen Theile mit einem kleinen Meißel, wie Fig. 196 zeigt, oder mit einem Messer weggenommen. Unterläßt man aber diese Operation, bis das Büchschen kalt geworden ist, so ist diese Operation weit schwieriger. Sobald die Zelle kalt geworden ist, so gießt man entweder eine schwache Lösung von Pottasche oder auch Spiritus hinein, und nimmt alle noch vorhandenen Leimtheilchen erst mit dem Meißel und dann mit einem meißelartigen Stück Holz weg, wobei man aber dahin sehen muß, daß das Glas keine Ritzen bekomme. Dadurch wird das Gefäß nicht nur allein ganz rein von jedem Leimtheilchen, sondern es wird auch jedes Fettige entfernt. Nun wird das Gefäß in reinem Wasser ausgespült und mit einem feinen Tuch und zuletzt mit Waschleder getrocknet.

Wenn der Leim zu heiß wird, so verbrennt er und wird schwarz, zäh und klebt nicht am Glase. Ist dies der Fall, so thut man am besten, die Zelle hinwegzunehmen, allen alten Leim abzukratzen und das Verfahren von Neuem zu beginnen. Man muß es sich merken, daß, wenn der Leim zu kochen anfängt, es die höchste Zeit ist, die zu vereinigenden Theile der Zelle aneinanderzudrücken. Zuweilen sind kleine schwarze sandige Theilchen in dem Leim, welche man bei'm Schmelzen entfernen muß, da man sie nicht zusammendrücken kann, und da sie ein genaues Zusammenkitten verhindern, welches man gleich daran

erkennt, wenn bei'm Zusammendrücken der verschiedenen Theile Luftbläschen entstehen. Man hat mehre Arten von Fischleim; man muß aber stets die beste nehmen, die in einer Temperatur schmilzt, welche wenig höher als die des siedenden Wassers ist, während die schlechteren Sorten, die hart und spröde sind, einer weit höheren Temperatur bedürfen. Am zweckmäßigsten ist es, es so einzurichten, gleich eine ganze Anzahl von Zellenkästchen oder Trögen anzufertigen.

Das Verkitten der Zellen mit canadischem Balsam. — Dazu ist derselbe Apparat nöthig, als wie bei dem Verkitten mit Hausenblase, indem es ebenfalls in der Wärme vorgenommen werden muß. Sobald der canadische Balsam, den man in halbflüssigem Zustande auf das Glas bringt, zu kochen beginnt, so muß man die zu verkittenden Theile sofort zusammenlegen, worauf man das Ganze trocknen läßt, dann den überflüssigen Balsam mit einem Meißel oder Messer wegnimmt und alsdann das Ganze mittelst Terpenthinöl- oder Aether reinigt, wobei man sich alter Lumpen bedient; es kann die Reinigung aber auch mit Pottasche oder Alcohol vorgenommen werden. Die letzte Reinigung geschieht auf die oben angegebene Weise mit reinem Wasser und trocknen Tüchern. Canadischer Balsam ist kein so guter Kitt als Hausenblase, da er sehr spröde ist und daher nach einigem Gebrauch nicht mehr hält.

Als eine Vorsichtsmaßregel bei dem Verkitten der Glastheile müssen wir noch bemerken, daß es durchaus nothwendig ist, jede Feuchtigkeit von dem Glase fern zu halten, weil dadurch nicht allein das Verkitten schwieriger, sondern auch leicht ein Springen des Glases möglich ist. Passen die einzelnen Glastheile wegen nicht ganz gleicher Kanten nicht genau zusammen, so muß man durch Schleifen auf

der Scheibe auf die weiter oben angegebene Weise nachzuhelfen suchen.

Viertes Capitel.

Aufnahme von Objecten in Flüssigkeiten.

Alle sehr zarten Thier- und Pflanzengewebe dürfen, um ihre Structur genau kennen zu lernen, nicht trocken untersucht, sie dürfen auch eben so wenig mit canadischem Balsam umgeben werden, sondern man muß sie in irgend eine präservative Flüssigkeit, wie Spiritus, Wasser, einige Lösungen u. s. w., legen; wir werden diese präservativen Flüssigkeiten sogleich näher kennen lernen. Die feinsten Stoffe, wie Pflanzengefäße, Muskelfasern und andere zarte animalische Theilchen, erfordern in allen Fällen eine außerordentlich starke Vergrößerung und müssen daher in sehr dünnen Zellen mit einer geringen Menge von Flüssigkeit aufgenommen werden. Das beste Verfahren dabei ist das nachstehende: — Man nehme ein Streifchen dünnes Glas, etwa 3 Zoll lang und 1 Zoll breit, reinige es in einer dünnen Pottaschenauflösung von jeder Spur von Fett, lege es dann horizontal auf das Stativ und lasse einen Tropfen von der Flüssigkeit darauf fallen. Man lege das Object hinein, breite die Flüssigkeit mit der Nadelspitze aus und lege alsdann den dünnen Glasdeckel darüber. Dieser Deckel muß so dünn und so eben als möglich sein; er muß ebenfalls mit einer dünnen Pottaschenlauge gereinigt werden, und wenn er mit alter Leinwand und Leder ganz trocken gerieben ist, legt man ihn mit einer Pincette und nicht mit den Fingern auf das Object. Die Kanten des Glases werden

alsdann mit irgend einem Kitt, wozu reiner Lackfirniß am besten paßt, bestrichen. Mit diesem Bestreichen der Deckelkanten mit Lack muß man sehr sorgfältig zu Werke gehen, zu dem Ende den Deckel mittelst einer Pincette abnehmen, die Kanten mit einem Pinsel bestreichen, und ihn alsdann mit einem geringen Druck wieder auf das Object legen, so daß die zwischen den beiden Gläsern befindliche Flüssigkeit und auch der Kitt eine nur sehr dünne Schicht bilden. Merkt man, daß zu viel von der Flüssigkeit zwischen den Gläsern befindlich ist, so nimmt man sie entweder mit einem kleinen Saugheber, oder Pincette, oder mit kleinen Streifen von Löschpapier weg. Man streicht nun noch eine oder mehre Schichten von dem Kitt auf die Kanten des Deckglases, so daß sie mit dem Bodenglase genau verbunden sind, worauf man den Kitt trocknen läßt. Diese sorgfältige Verkittung hat den Zweck, jedes Entweichen von Flüssigkeit zu verhindern. Bei'm Auflegen des Deckglases hat man noch mit aller Sorgfalt dahin zu sehen, daß keine Luftbläschen zwischen den beiden Gläsern bleiben, welches man durch das Hineinbringen von etwas mehr Flüssigkeit bewirken kann. Hat das Object irgend eine Dicke, so ist es am zweckmäßigsten, sie in einer Zelle aufzunehmen, die wir nun in ihrer verschiedenen Gestalt und Größe sofort kennen lernen werden,

Sehr zweckmäßig ist noch das folgende Verfahren: Man schneide aus einem Stückchen Papier einen rundent Kranz von etwa $\frac{1}{8}$ Zoll Breite oder einen viereckigen Rahmen aus, legt denselben auf das untere Glas und bringt in den innern Raum das Object mit der Flüssigkeit. Man legt das Papier in die Flüssigkeit, streicht den Kitt ringsherum und legt das Deckglas darüber. Es wird dadurch einerseits das Austreten der Flüssigkeit und andererseits das

Eindringen des Kittes in den innern Raum verhindert. Man ersieht die Einrichtung aus Fig 198. Der Papierrahmen liegt in der Flüssigkeit und trennt dieselbe gänzlich von dem Kitt.

Eine andere zweckmäßige Vorrichtung dieser Art ist in Fig. 199 abgebildet und zwar in **A B** im Grundriß und in **C** im Durchschnitt. Diese Zellen sind aus Glas gegossen und haben die Größe der Fig. **AB**, und um das Auslaufen des Kittes zu verhindern, haben die Seiten die **G B D** dargestellte Form. **B** ist der äußere Rand der Zelle, **D** ein flacher Rand, **G** ein Canal zwischen denselben und dem innern Rande. Diese Zellen werden auf die gewöhnliche Weise auf die untern Gläser mit Hausenblase oder mit in Terpenthin aufgelös'tem Asphalt aufgekittet, sowie auch das Verkitten des Deckglases mit der Zelle auf dieselbe Weise bewerkstelligt wird, wie wir es oben beschrieben haben, indem man den flachen Rand der Zelle Fig. 199 mit etwas Lack bestreicht und dann das Deckglas darüber legt. Fließt etwas von dem Lack ab, so wird es von dem Canal aufgenommen, und es kann daher auf keine Weise zu dem Raume gelangen, in welchem das Object befindlich ist. Die untere Fläche dieser Zellenform kann hinlänglich dünn sein, um ein Objectivglas von $\frac{1}{4}$ Zoll Brennweite in den Stand zu setzen, alles darin Befindliche beobachten zu können.

Zellen von dünnem Glase. — Es sind dieselben in Fig. 200 dargestellt, und sie bestehen, wie ihre Benennung besagt, aus einem Stück dünnen Glases, wie man es zu Deckgläsern benutzt, ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll im Quadrat, aus welchem man eine $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmesser haltende runde Oeffnung hat. Diese Zelle wird nun mit Hausenblase auf die weiter oben beschriebene Weise auf das untere Glas aufgekittet, und nach der erforderlichen Reinigung wird

das Object hineingelegt. Vorher bestreicht man den obern Rand der Zelle mit Lack, bringt das Object mit der Flüssigkeit hinein und legt das reine Deckglas darauf. Man wird einsehen, daß es sehr wesentlich ist, die Deckgläser so dünn als möglich zu machen, weßhalb man sie nöthigenfalls dünn schleifen muß.

Nach den gemachten Erfahrungen verdienen diese Zellen den Vorzug vor allen übrigen, indem sie bei zarten Substanzen so dünn gemacht werden können, daß man ein Objectivglas von $\frac{1}{8}$ Zoll Brennweite anwenden kann. Wird eine solche Zelle in der Verkittung undicht, so kann man dies durch die sich sofort zeigenden Luftbläschen bemerken.

Die concaven Zellen. — Diese bestehen aus einem dicken Glasplättchen, in deren Mitte eine flache, runde Vertiefung ausgeschliffen ist, die man entweder rauh läßt, oder polirt. Diese Zellen haben die in der Fig. 201 und 202 dargestellte Form. Die Aufnahme der Objecte geschieht auf dieselbe Weise, wie bei den übrigen. Die Deckgläser sind wenigstens $\frac{1}{8}$ Zoll größer als die Concavität, und sie werden ebenfalls mittelst Lacks, der auf die Ränder der Vertiefung aufgetragen wird, befestigt. Diese Zellenform ist sehr zweckmäßig, wenn man nur eine scharfe Bestimmung der Oberfläche der Objecte verlangt; jedoch muß sie in diesem Falle sehr gut polirt sein, wogegen sie bei undurchsichtigen Objecten, wie z. B. bei injicirten Objecten, Pflanzenblättern rc., die zu dick sind, um zwischen zwei flache Gläser gelegt zu werden, am zweckmäßigsten unpolirt sind. Eine sehr zweckmäßige und dauerhafte Zellenform kann auch mit Glaserkitt hergestellt werden, den man auf einem Glasstreifen von der gewöhnlichen Größe ausbreitet und in der Mitte eine Oeffnung zur Aufnahme des Objectes läßt. Man kann in die Vertiefung Spi-

ritus und Wasser bringen und legt das Deckglas in schiefer Richtung darauf, so daß alle Luftblasen herausgehen. Zu der gehörigen Bearbeitung des Glaserkittes kann man die in Fig. 203 abgebildeten Spatel von hartem Holze gebrauchen.

Wieder eine andere Form der Zellen ist in Fig. 204 abgebildet, und sie ist besonders zweckmäßig bei solchen Objecten, die einer starken Vergrößerung bedürfen. a b ist ein Glastäfelchen, auf welchem mit Glaserkitt, der mit Terpenthinöl verdünnt ist, eine Zelle c c aufgetragen wird, die der Raum d umschließt. Die auf diese Weise vorbereiteten Gläser müssen vor dem Gebrauch gehörig trocknen. Es wird alsdann ein Tropfen von der Flüssigkeit, die das Object enthält, in den Raum d gebracht, und alsdann wird ein Glimmertäfelchen, von derselben Größe wie der ausgebreitete Tropfen der Flüssigkeit, darauf gelegt. Jedoch darf der Tropfen nicht zu groß sein, daß er den innern Rand des Kittes berührt. Man streicht alsdann etwas Mandelöl mit einem Pinsel rings um die Ränder des Glimmerplättchens, und es wird das Oel unter dasselbe eindringen, ohne sich jedoch mit der Flüssigkeit, welche das Object umhüllt, zu vermischen. Man wischt darauf das Oel weg und umgiebt dann das Glimmerplättchen mit Glaserkitt, so daß das Object vollkommen luftdicht abgeschlossen ist.

Auf ahnliche Weise kann man auch Zellen mittelst Lack, der entweder mit Glätte, Mennige oder Lampenschwarz verdickt ist, oder man kann sie mit Hausenblase herstellen, in welchem letzteren Falle man den oben erwähnten Wärmeapparat anwenden muß. Zellen dieser Art sind hauptsächlich zu sehr zarten Objecten, z. B. zu Desmidien, zweckmäßig. Das Deckglas wird auf die gewöhnliche Weise darauf befestigt.

Dickere Gegenstände, wie Injectionen und undurchsichtige animalische Structuren, können durch Querschnitte von Glasröhren von allen Weiten und Höhen hergestellt werden, und man nennt sie daher Röhrenzellen. Eine solche ist in Fig. 205, oder, auf die Glasunterlage gekittet, in Fig. 206 abgebildet. Die Röhre muß wenigstens $\frac{7}{8}$ Zoll stark sein, weil sonst die Verkittung auf dem untern Glase nicht hält. Man kann solche Zellen von allen Größen von $\frac{1}{4}$ Zoll bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Weite haben, ja selbst noch größer, wenn es erforderlich ist.

Noch zweckmäßiger ist es, die Zellen sogleich aus Glas zu gießen, und zwar in der Form der Figg. 207, 208, 209. Fig. 210 zeigt eine solche Zelle auf der Glasplatte aufgekittet. Diese gegossenen Zellen sind weit wohlfeiler als solche, welche aus Tafelglas ausgeschnitten und ausgeschliffen sind. Man kann den Zellen auch eine gleiche Dicke geben und tiefere aus mehren übereinander gelegten bilden. Außerdem kann man die tiefen Zellen auch aus 4 starken Glasstreifen, **a b c** Fig. 211, die zusammengekittet sind, herstellen.

Die Kitte.

Die hauptsächlichsten Kitte zur Befestigung der Deckgläser auf den Zellen und Büchsen sind die folgenden:

Lackfirniß. — Derselbe besteht aus einem Gemenge von kochendem Leinöl, Mennige, Glätte, Vitriol, Gummi Anime und Terpenthin. Man kann jedoch den Lack in jeder Farbenhandlung besser kaufen, als ihn selbst anfertigen, und muß nur stets möglichst alten sich zu verschaffen suchen, weil er um so besser trocknet, je älter er ist. Man muß ihn in einer weithalsigen Flasche, die man gehörig verschließen kann, aufbewahren, und ihn mit einem Haarpin-

sel auftragen. Ist der Lack zu dünn, so verdickt man ihn mit etwas Lampenschwarz oder Glätte, die man sorgfältig damit vermengt.

Aufgelös'tes Siegellack. — Nicht so gut wie der vorhergehende ist ein Kitt, der aus in Alkohol aufgelös'ten Siegellackstückchen dargestellt worden ist. Er ist ein gutes Material, um aufzubewahrenden Objecten ein glänzendes Ansehen zu geben. Ein Kitt aus aufgelös'tem Schelllack ist sehr spröde und verdient daher keine besondere Erwähnung.

Asphalt, in siedendem Leinöl oder Terpenthin aufgelös't, ist als letzter Ueberzug wegen seiner schwarzen Farbe in manchen Fällen sehr zweckmäßig, hat aber als Kitt nicht Körper genug. Für Zellen, welche Spiritus aufnehmen sollen, ist er ein zweckmäßiges Ersatzmittel für Marineleim oder canadischen Balsam, um die Zellen auf die Glasplättchen zu befestigen, da er vom Spiritus nicht angegriffen wird.

Canadischer Balsam, entweder in Aether oder in Terpenthin aufgelös't, und bis zu solcher Consistenz eingedickt, daß er so eben mit einem Haarpinsel aufgetragen werden kann, kann ebenfalls als Kitt sehr zweckmäßig verwendet werden.

Marine-Leim. — Dieser sehr gute Kitt besteht aus einem Gemenge von Schelllack, Caoutschouc und Naphtha, und es werden mehre Arten davon für den Handel verfertigt. Bei'm Gebrauch wird er in dünne Scheiben geschnitten, auf das zu verkittende Glas gelegt, zum Schmelzen gebracht, und es werden alsdann, auf die schon weiter ober erwähnte Weise, die mit einander zu verbindenden Glasstückchen zusammengelegt.

Electrischer Kitt. — Dieses sehr nützliche Gemisch besteht aus 10 Unzen Harz, 2 Unzen Wachs und 2 Unzen rother Ocher, wozu noch etwas Pariser Pflaster kommt. Dieser Kitt wird überall angewen-

det, um bei den electrischen Apparaten Glas mit Messing oder Holz zu verbinden; er wird warm angewendet. Ein anderer vortrefflicher und minder spröder Kitt besteht aus 2 Unzen Pech, einer Unze Wachs und einer Unze Mennige, und es ist derselbe besonders zweckmäßig zur Anfertigung dünner, flacher Zellen, so wie zu vielen andern Zwecken.

Außerdem gebraucht man bei den mikroskopischen Operationen noch manche andere kittende Substanzen, z. B. eine dicke Auflösung von arabischem Gummi im Wasser, wozu etwas flüchtiges Oel gesetzt werden muß, um das Gähren zu verhindern; auch löſ't man arabisches Gummi in Essigsäure oder destillirtem Essig auf. Mastix-Firniß wird dazu benutzt, um undurchsichtige Objecte auf Scheiben von Kork oder Leder zu befestigen. Daß auch in vielen Fällen der gewöhnliche Glaserkitt, bestehend aus Leinöl und Bleiweiß, mit Vortheil angewendet werden kann, haben wir schon weiter oben gesehen.

Sechstes Capitel.

Von den präservativen Flüssigkeiten.

Die präservativen Flüssigkeiten sind wie die vorhin beschriebenen Kitte nach der Art der Objecte, die sie aufzunehmen bestimmt sind, verschieden. So wird z. B. eine Auflösung von Salz, Alaun oder ätzendem Sublimat in Wasser fleischige Substanzen erhalten, während sie solche, die Knochen enthalten, zerstören. Daher ist es denn nothwendig, für jeden besondern Fall die zweckmäßige Flüssigkeit auszuwählen, und von allen bis jetzt angewendeten hat, mit Ausnahme des Weingeistes, keine eine allgemeine Benutzung. Zu großen Präparaten genügt schwacher Spiritus

vollkommen, allein es muß die Stärke wohl berücksichtigt werden, da, wenn sie irgend bedeutend ist, sie die meisten Kitte angreift. Wir wollen nun die gebräuchlichsten von diesen Flüssigkeiten in dem Folgenden kurz betrachten.

Spiritus und destillirtes Wasser. — In dem Verhältniß von einer Unze Alcohol von 60 Grad zu 5 Unzen destillirtem Wasser erhält man eine Flüssigkeit, die sehr viele thierische und vegetabilische Stoffe erhält, aber die Farben der letzteren zerstört.

Essigsaure Thonerde. — Wenn man 1 Unze essigsaure Thonerde in 4 Unzen Wasser auflös't, so greift sie selbst sehr zarte Farben nicht an, und spritzt man sie in die Blutgefäße der Thiere ein, so verhindert sie deren Zersetzung, und wird daher sehr häufig bei anatomischen Präparaten angewendet.

Die Goadley'sche Flüssigkeit. — Die eine derselben besteht aus 4 Unzen Seesalz, 2 Unzen Alaun und 4 Gran ätzenden Sublimat's, die in 2 Quart kochenden Wassers aufgelös't und sehr fein filtrirt ist. Jedoch kann man noch viel destillirtes Wasser hinzugießen, ohne daß die präservativen Eigenschaften vermindert werden. Eine andere Art dieser Flüssigkeit besteht aus 3½ Pfd. Seesalz, 7 Gran ätzendes Sublimat und 6 Quart Wasser; diese Flüssigkeit, die keinen Alaun enthält, wirkt weniger auf Muschelschaale und Knochen als die vorhergehende.

Creosot-Solution. Creosot vermischt sich nicht leicht mit Wasser, sondern man muß die Substanz mit Wasser in eine Retorte thun und beide der Destillation unterwerfen, wobei viel Creosot mit übergeht. Die auf diese Weise erlangte Flüssigkeit dient zur Erhaltung mancher Pflanzenstoffe, hauptsächlich der Algen. Bei der Destillation verfährt man auf folgende Weise: Zu 16 Theilen destillirten Wassers thut man einen Theil rectificirten Weingeistes und ei-

nige Tropfen Creosot, welche zur Sättigung hinreichend sind. Darauf rühre man etwas präparirten Kalk ein und filtrire dann das Ganze. Die erhaltene Flüssigkeit vermische man alsdann mit einer gleichen Menge Kampherwasser (mit Kampher gesättigtes Wasser). Vor dem Gebrauch gieße man die Flüssigkeit durch ein feines leinenes Tuch.

Glycerin. — Diese Flüssigkeit, das süße Princip der Fette und Oele, ist neuerlich auch zur Aufbewahrung verschiedener Thier- oder Pflanzenstoffe vorgeschlagen und soll manche Vorzüge vor andern Flüssigkeiten haben, da sie nicht allein die grüne Farbe der Infusorien erhält, sondern auch so wenig verdampft, daß man die Zellen gar nicht so sorgfältig zu bedecken braucht. Sie läßt sich in allen Verhältnissen mit Wasser vermischen, denn allein angewendet wirkt sie zerstörend auf mehre Kitte und auch auf mehre zarte Substanzen; auch kann es rein nicht wegen seines starken Brechungsvermögens angewendet werden, indem dasselbe den Beobachtungen hinderlich ist. Es ist daher am zweckmäßigsten, einen Theil Glycerin mit 2 Theilen destillirten Wassers zu vermischen. Das beste Glycerin erhält man bei der Verfertigung der Bleisalben, denn das bei der Seifenfabrication bleibende ist kalihaltig.

Chromsäure. — Diese Säure ist sehr zweckmäßig zur Aufnahme sehr zarter Präparate, z. B. der Krystallfeuchtigkeit des menschlichen und anderer Augen, bei der Untersuchung von deren Structur. Man erlangt die Chromsäure in krystallinischem Zustande und lös't sie in so viel Wasser auf, bis daß die Farbe der Lösung ein lichtes Strohgelb ist. Zuletzt kann eine schwächere Solution die meisten Thiere aufnehmen.

Salzlösung. — Eine Lösung von 5 Grain Salz in 1 Unze destillirten Wassers dient zur Auf-

nahme sehr vieler thierischer und Pflanzenstoffe; auch kann man etwas Essig hinzuthun. Da die Conferven in diesem Salzwasser zu wachsen fortfahren, so muß dies zu verhindern, einige Tropfen Creosot oder Kampferwasser hinzuthun.

Naphtha. — Wenn diese Substanz in dem Verhältniß von 1 zu 7 oder 8 Wasser angewendet wird, so bildet sie eine gute präservirende Solution, hauptsächlich für thierische Substanzen, weßhalb sie hier auch noch empfohlen zu werden verdient.

Allgemeine Bemerkungen. — Für alle größeren Theile, wie Injectionen, muß man Weingeist und Wasser oder die erste Solution von Goadley anwenden, und bei andern entweder verdünntes Creosot oder verdünntes Glycerin, da salzige Substanzen, wenn sie zwischen einfachen Gläsern befindlich sind, nach und nach krystallisiren und dann Undeutlichkeiten veranlassen. Die Goadley'sche Solution, welche Salz, Alaun und ätzendes Sublimat enthält, ist sehr zweckmäßig zur Aufnahme solcher thierischer Objecte, welche mit Kleister und mit Karmin injicirt sind; aber bei solchen, in denen die Gefäße eine andere Ausfüllung haben, wird die Substanz in wenigen Stunden zerstört sein. In diesen Fällen kann nur arsenikhaltiges oder mit Weingeist vermischtes Wasser angewendet werden. Die Glycerinflüssigkeit wird leicht schimmlig und muß daher immer nur erst dann gemischt werden, wenn man sie gebrauchen will. Als allgemeine Regel muß noch bemerkt werden, daß man die Objecte vor der Untersuchung einige Stunden lang von den erwähnten Flüssigkeiten oder einer andern ähnlichen durchziehen lassen muß, und es ist dies besonders dann zu berücksichtigen, wenn die Präparate vorher in Wasser zergliedert werden müssen, ehe sie von der Untersuchungszelle aufgenommen werden, indem alsdann sehr leicht

Luftbläschen an der Oberfläche entstehen. Hat man ein Präparat in Spiritus eingeweicht und bringt es alsdann in die Goadley'sche Flüssigkeit, so entsteht ein weißer Niederschlag. Auch müssen wir noch anmerken, daß, wenn der Operateur mehre Objecte seltener Art hat, er dieselben nicht alle mit einer Flüssigkeit umgeben, sondern den Versuch in mehren verschiedenen machen muß.

Siebentes Capitel.

Aufnahme der Objecte in canadischen Balsam.

Vorbemerkungen. — Ehe man irgend ein Object in canadischem Balsam legt, ist es nothwendig, jede Spur von Feuchtigkeit davon zu entfernen. Feuchte Objecte müssen sorgfältig getrocknet werden, und wenn sie von solcher Beschaffenheit sind, daß sie weder von Spiritus noch Wasser beschädigt werden, so ist es am besten, sie erst in Wasser gehörig abzuwaschen und sie dann in Spiritus zu stecken. Dann können sie sehr rasch getrocknet werden, weit rascher als mit Wasser. Fettige Substanzen können auf dieselbe Weise mit Anwendung von Schwefeläther gereinigt werden, und es ist dies letztere Verfahren hauptsächlich bei Haaren von Thieren anwendbar, die entweder trocken oder in canadischem Balsam untersucht werden sollen. Ganze Insecten oder Theile von denselben reinigt man durch Einweichen in warmes Wasser, führt sie darin herum, und entfernt auf diese Weise allen Staub und Schmutz; darauf steckt man sie in Spiritus und trocknet sie auf Glas. Noch bequemer ist es, hauptsächlich solche, die sehr undurchsichtig sind, in Terpenthinöl einzuweichen, und da

derselbe vermischbar mit dem Balsam ist, so können sie gleich von einem in das andere gesteckt werden, ohne daß ein vorheriges Trocknen erforderlich wäre. Der Terpenthin macht jeden Theil durchsichtiger, zuvörderst, indem er die Strahlenbrechung vermindert, und zweitens, indem er Flüssigkeiten und Substanzen von fettiger Beschaffenheit aufnimmt und ihren Platz einnimmt.

Wenn sehr dünne und durchsichtige Objecte in Balsam gelegt werden sollen, so werden sie so undeutlich, daß man ihre wahre Structur gar nicht erkennen kann, und es wird daher irgend ein Verfahren nothwendig, um sie dunkel zu machen, welches auf keine andere Weise bewerkstelligt werden kann, als durch Verkohlen oder durch Färben. Bei vegetabilischen Substanzen ist das Verkohlen leicht bewirkt, indem man das Exemplar zwischen zwei Glasplatten legt und diese so lange über eine Lampe hält, bis die Substanz die gehörige Färbung angenommen hat; es kann alsdann das Exemplar in Balsam gelegt werden. Manche Objecte aber, besonders thierische, vertragen die Verkohlung nicht; auf diese ist bloß das Färben anwendbar, welches man dadurch bewirkt, daß man sie eine Zeit lang in einem Decoct von Gelbholz oder Campege-Holz einweicht, trocknet und alsdann in den Balsam bringt. Eine schwache Jod-Tinctur kann ebenfalls zu demselben Zweck verwendet werden.

Nöthige Apparate. — Die zur Aufnahme der Präparate in canadischen Balsam erforderlichen Apparate sind folgende:

Heller und mäßig flüssiger Balsam, je weißer, um so besser; auch einer, der älter und dicker ist.

Ein Paar hölzerne Zangen zum Halten der Glastäfelchen.

Ein Paar fein gespitzte Pincetten.

Ein spitziges Instrument, oder, was demselben Zweck entspricht, eine Nadel, die in einem hölzernen Heft befestigt ist.

Glastäfelchen mit Deckgläsern von der erforderlichen Größe.

Eine kleine Oel= oder Spirituslampe.

Canadischer Balsam. — Dieses vortreffliche Material wird erst seit dem Jahre 1832 zur Aufbewahrung von anatomischen und mikroskopischen Präparaten angewendet, indem man darauf kam, die Objecte von einer erst flüssigen und dann hart gewordenen Substanz aufnehmen zu lassen. Es ist zweckmäßig, zwei Arten von Balsam zu haben, die eine Art in einem sehr flüssigen Zustande, und die andere älter und dicker. Beide müssen in Flaschen mit weiten Hälsen aufbewahrt werden, die man gehörig verschließen kann, damit gar keine Unreinlichkeit hineingerathe. Die besten Gefäße jedoch sind gläserne Krüge mit abgeschliffenen Rändern, welche mit einem runden Stück Tafelglas vollkommen verschlossen werden können. Man nimmt den Balsam mit einem Glasstäbchen heraus, welcher lang genug sein muß, um querüber in dem Kruge stehen zu können, so daß es den Schluß des Deckels nicht hindert. Die Krüge müssen übrigens nur halb angefüllt sein, damit die Stäbe nicht gänzlich vom Balsam umgeben sind, so daß man sie, ohne die Finger zu beschmutzen, herausnehmen kann; dies ist ein wohl zu berücksichtigender Punct.

Hölzerne Zangen. — Dieses zweckmäßige Instrument ist in Fig. 212 abgebildet, und die Fig. zeigt, wie ein Glastäfelchen dazwischen eingeklemmt ist; es ist eine Ansicht von oben und ein Längendurchschnitt. Das ganze Instrument besteht aus Holz, mit Ausnahme des Stückes **a** am Ende, welches Messing ist. Zum Halten von kleinen Glastäfelchen

muß es dieselbe Größe und Form wie in der Figur haben; für größere Tafeln aber, wie die von 3 Zoll Länge und 1½ Zoll Breite, müssen sie viel stärker sein. Die beiden Blätter bestehen aus Laburnum-Holz und haben gleiche Dimensionen. a ist ein Stück Messing, rechtwinklich gebogen; der innere Theil keilförmig und die beiden Holzblätter fest damit vernietet, so daß sie am andern Ende dicht an einander liegen. Die vorderen Enden der Blätter haben die in der Figur angegebene Gestalt, um die Glasplättchen festzuhalten, während man mit den hölzernen Knöpfen **b**, **c** die Blätter von einander trennen kann. Drückt man gegen diese Knöpfe, so öffnen sich die Blätter, und es kann ein Täfelchen dazwischen gelegt werden. Die Benutzung dieser Zangen ist die folgende: — Nachdem man ein Glastäfelchen gereinigt und fertig zur Aufnahme des canadischen Balsam's gemacht hat, wird es in die Zange gebracht, läßt man Balsam darauf tröpfeln und wärmt das Täfelchen über der Spirituslampe, man legt das Object hinein, und läßt uun den Balsam abkühlen, indem man die Zange auf den Tisch legt. Durch das Messingstück **a** und den Knopf **c** wird das Glastäfelchen nicht allein horizontal, sondern auch etwas darüber erhaben gehalten.

M e t a l l e n e P i n c e t t e n. Zum Anfassen zarter Objecte, die in den Balsam hineingelegt werden sollen, wendet man die Pincetten an, die wir im 4. Capitel des I. Abschnitts beschrieben haben, oder die wir weiter unten bei den Dissectionsinstrumenten noch näher beschreiben werden. Bei'm Hereinlegen in den Balsam nehmen die Pincettenspitzen etwas davon auf, welches man aber leicht wieder entfernt, wenn man sie eine kurze Zeit in Terpenthin steckt. Die Pincetten, welche zum Anfassen zarter Gegenstände benutzt werden, dürfen an ihren En-

den keine Zähne haben, sondern müssen zu einer möglichst feinen Spitze ausgeschliffen sein, indem die Zähne an den Objecten Eindrücke zurücklassen würden.

Nadeln. — Um Luftbläschen fortzuschaffen oder um die Präparate zu bewegen, nachdem sie in den Balsam hineingelegt sind, sowie auch zu verschiedenen andern Zwecken, gebraucht man Nadeln, die in hölzernen Heften befestigt sind. Jedoch ist das in Figur 213 abgebildete Instrument noch zweckmäßiger. Auch diese Nadeln nehmen Balsam auf, der jedoch durch Erhitzen oder durch Terpenthinöl fortgeschafft werden kann. Das breite Ende des Heftes dient dazu, um den breiten Glasdeckel niederzudrücken.

Spiritus- oder Oellampe. — Zum Erhitzen des Balsams ist eine kleine Lampe erforderlich, die entweder Spiritus verbrennt, wie die in Fig. 214 abgebildete, oder die zum Verbrennen von Oel eingerichtet ist. Die Spirituslampen sind die besten, da man bei ihnen nicht Gefahr läuft, den Balsam zu schwärzen, welches zuweilen bei Oel der Fall ist, wenn man nicht eine Lampe mit Glascylinder wählt, die wenigstens 3 Zoll und mehr über der Flamme hervorsteht; in einigen Fällen ist auch der kleine, weiter oben beschriebene, blecherne Tisch zum Schmelzen des Balsams zweckmäßig. Man muß jedoch bei der Anwendung der Wärme einige Sorgfalt anwenden, und darf den Balsam nicht sieden lassen, wenn das Object schon in ihn hineingelegt ist, welches besonders bei weichen animalischen Objecten nothwendig wird; bei härtern Objecten schadet dagegen die Wärme durchaus nichts.

Die Vorrichtung von Holzschnittchen. — Diese müssen gehörig getrocknet sein, ehe sie in den Balsam eingelegt werden, besonders, wenn sie von grünem Holze ausgeschnitten worden sind; sehr durchsichtige Schnitte müssen auf die vorhin angege-

bene Weise verkohlt oder braun gefärbt werden. Das weitere Verfahren ist folgendes:

Nachdem das Glastäfelchen mit Leinen und Leder vollkommen abgetrocknet ist, wird das eine Ende in die hölzerne Zange gesteckt; man erwärmt es gelind über der Lampe und legt eine geringe, jedoch hinreichende Menge von canadischem Balsam darauf. Das Glas wird darauf nach und nach erwärmt, bis daß alle Spuren von Luft in dem Balsam gänzlich entfernt sind. Darauf wird es einige Augenblicke hingestellt, und wenn der Balsam hinlänglich abgekühlt ist, so kann die Holzscheibe darein gelegt werden, und man kann ihr mittelst der Nadel die gehörige Stellung geben. Zeigen sich keine Luftbläschen mehr, so wird das Deckglas gewärmt, auf den Balsam gelegt und mit Vorsicht mit dem Heft der Nadel angedrückt, wodurch auch jeder überflüssige Balsam ausgedrückt wird, weßhalb man von vorn herein dahin sehen muß, daß die Holzscheibe in die Mitte des Balsams zu liegen kommt; auch muß man endlich bei dem Aufdrücken des Deckglases dafür sorgen, daß die Scheibe in der Mitte des Glastäfelchens liegen bleibt, welches man am besten dadurch erlangt, daß man das Deckglas so lange hin= und herschiebt. Nun läßt man das präparirte Object abkühlen, wobei man es aber in einer horizontalen Lage lassen muß. Bemerkt man dagegen Luftbläschen in dem Balsam, so bringt man ihn zum Sieden, worauf sich die Bläschen von dem Mittelpuncte nach der Peripherie begeben werden, wo sie größtentheils platzen. Erfolgt dies nicht, so muß man das Glastäfelchen umkehren, den Balsam nach unten und ihn über die Lampenflamme halten, worauf die Bläschen sofort verschwinden werden. Ist der Balsam zu flüssig, um das Glas umkehren und ihn erhitzen zu können, so muß man die Luftbläschen mit der Nadel fortzuschaffen suchen, in=

dem man dieselbe hinter der Lampenflamme wärmt und mit der Spitze die Bläschen zu berühren sucht.

Ist der Balsam zu warm, wenn die Holzscheibe hineingelegt wird, so wird sich dieselbe wahrscheinlich wellenförmig bewegen und es werden sich eine Menge von kleinen Luftbläschen entwickeln. Wenn dies der Fall ist, so thut man am besten, die Holzscheibe aus dem Balsam herauszunehmen, in Terpenthin oder Aether zu stecken, ein anderes Glas und frischen Balsam zu nehmen und das Verfahren von Neuem zu beginnen, anstatt den Balsam mit vielen Luftbläschen zu nehmen. Das Glastäfelchen kann man durch Terpenthin wieder reinigen und es abermals gebrauchen, wenn es sonst nicht gelitten hat. Man kann auch den Balsam in einem kleinen, dünnen Gefäße schmelzen, einige Tropfen davon herausnehmen und auf das Object fallen lassen, welches vorher auf das Glas gelegt worden ist. Dabei entstehen wenig oder gar keine Luftblasen. Das Deckglas muß vor seinem Auflegen etwas erwärmt werden, sowie es auch zweckmäßig ist, das Glastäfelchen an der untern Seite etwas zu erwärmen.

Animalische Objecte. — Wenn animalische Stoffe, z. B. Theile von Insecten oder Injectionen, in den Balsam eingelegt werden sollen, so muß man denselben sehr sorgfältig erwärmen, und es muß der Balsam an und für sich sehr flüssig sein; man muß auch dahin sehen, daß alle Luftbläschen entfernt werden. Uebrigens verfährt man auf die so eben beschriebene Weise.

Es kommt häufig vor, daß undurchsichtige Objecte, wie die Elytra von Käfern oder dickere Injectionen in Zellen aufgenommen werden, und alsdann muß man einen sehr flüssigen Balsam anwenden, obgleich er durchaus nicht mit Terpenthin verdünnt sein darf, weil in einem solchen selbst nach

mehren Tagen Luftblasen entstehen, die eben durch die Mischung hervorgebracht worden sind. Man muß daher stets frischen und recht flüssigen Balsam nehmen. Warme Witterung ist ein Haupterforderniß, um blasenfreien Balsam verwenden zu können.

Fossile Infusorien ꝛc. — Diese, sowie die spirulae von Spongien und andere Objecte von kieselartiger Beschaffenheit, welche durch Säuren von kalkigen und andern Bestandtheilen befreit sind, können sehr leicht vom Balsam aufgenommen werden, ohne daß dabei Luftblasen entstehen. Befinden sich die Objecte in einer Flüssigkeit, so wird etwas davon mittelst einer Pipette aufgenommen und auf mehre Glastäfelchen gebracht, um die festen Theile mit dem Mikroskop zu untersuchen. Die Täfelchen, welche gute Exemplare enthalten, legt man bei Seite, während man die andern reinigt. Die Täfelchen, welche präparirt werden sollen, werden über die Lampe gehalten, um die Flüssigkeit zu verdampfen und nur die festen Theile zurückzulassen. Während des Verdampfens nimmt man die Nadel und nähert alle festen Theile einander, damit sie das Deckglas sämmtlich bedecken könne. Unreinlichkeiten, die bei'm Verdampfen gewöhnlich an den Rand kommen, entfernt man mit einem scharfen Messer. Man läßt alsdann einen Tropfen Balsam auf das Object fallen, und erwärmt es so lange, bis alle Luftblasen entfernt sind, oder aber man erwärmt den Balsam vorher und läßt ihn alsdann auf das Object fallen, erwärmt das Deckglas und legt es auf die gewöhnliche Weise darauf, das weitere Verfahren auf dieselbe Weise, wie vorhin beschrieben, einrichtend.

Werden mit Blasenräumen oder Zellen versehene Objecte präparirt, und sie haben eine solche Beschaffenheit, daß sie von der Wärme nicht beschädigt werden können, so kocht man sie in dem Balsam, weil

sonst Luftbläschen zurückbleiben, und die wirkliche Beschaffenheit nicht gehörig erkannt werden kann. Die Wärme dehnt die Luft aus, so daß sie entweicht, und es nimmt der Balsam ihre Stelle ein. Objecte von röhrenförmiger Beschaffenheit, wie die **tracheae** der Insecten, lassen sich weit besser untersuchen, wenn Luft in den Röhrchen eingeschlossen ist, weil sie alsdann die Spiralfibern in ihrem Inneren zeigen, welches aber nicht der Fall ist, wenn das Innere vom Balsam eingenommen wird, indem dadurch alle Theile undurchsichtig werden. Kleine Insecten, wie, z. B., Fliegen und thierische Schmarotzer, zeigen, wenn sie nicht übermäßig erhitzt werden, die Verzweigungen der **tracheae** sehr deutlich. Weicht man aber solche Objecte längere Zeit in Terpenthin ein, oder hat man die Luft durch die Wärme ausgetrieben, so kann man die Spiralfiebern nur im polarisirten Lichte sehen. Sollen daher solche Objecte in Balsam präparirt werden, so darf man denselben nicht stark erwärmen, um die Luft nicht zu vertreiben.

Foraminiferen u. s. w. — Gewisse gekammerte Muscheln von der Ordnung **Foraminifera** und manche kieselige Loricäen der Infusorien, die ebenfalls Höhlungen in ihrem Innern haben, lassen sich sehr schlecht in Balsam präpariren, wenn man alle Luft daraus entfernen will, welches selbst in der Siedhitze nicht gehörig erreicht wird. Es ist daher eine Luftpumpe oder eine Exhaustionsspritze nothwendig. Man wendet zu dem Ende ein sehr starkes quadratisches Kupfergefäß an, welches mit einem Hahne versehen ist. Es wird siedendes Wasser hineingegossen, und man stellt es auf die Scheibe einer Luftpumpe, während die Glastäfelchen, welche die Objecte enthalten, aus denen die Luft ausgezogen werden soll, auf das kupferne Gefäß gelegt werden, dessen Wärme hinlänglich ist, um den Balsam flüssig

zu erhalten. Alsdann wird der Receptor oder die Glocke auf den Luftpumpenteller gesetzt, und es wird die Luft ausgepumpt, die bald in Bläschen von den Objecten und von dem Balsam entweicht, so daß, wenn alsdann die Luft wieder eingelassen wird, die Blasen verschwinden und der Balsam in alle zelligen Theile des Objectes gedrungen ist, um dort die Stelle der Luft einzunehmen. Ist bei der ersten Entleerung nicht alle Luft entwichen, so muß das Verfahren wiederholt werden. Die Luftpumpe ist auch sehr zweckmäßig, um größere Objecte ohne Luftbläschen zu präpariren. Es werden zu dem Ende mehre derselben zwischen Glas gelegt und mittelst feinem Draht festgebunden und senkrecht in ein weißblechernes Gefäß gestellt, welches durch Wärme flüssig gemachten Balsam enthält. Darauf wird das Gefäß unter die Glocke einer Luftpumpe gestellt und die Luft herausgepumpt, wodurch alle in den Objecten befindliche Luft herausgezogen und ihre Stelle durch Balsam ersetzt wird. Hat der Balsam alle Theile gehörig durchdrungen, so nimmt man die Glastäfelchen heraus, legt sie horizontal hin, läßt sie erkalten und reinigt sie alsdann auf die folgende Weise:

Das Reinigen der Glastäfelchen von Balsam. — Man wendet dazu ein altes Messer, einige Lumpen, Terpenthin und etwas Aether an. Ist der Balsam sehr flüssig, so kann er mittelst eines Läppchens, welches zuweilen in Terpenthin gesteckt wird, fortgeschafft werden; ist er aber erhärtet, so macht man die Messerklinge über der Spirituslampe warm, schafft dadurch den meisten Theil weg und vollendet die Reinigung mit Terpenthin, einem Läppchen und einem scharfen Messer. An den Kanten der Deckgläser kann man recht gut etwas Balsam sitzen lassen, indem dadurch der luftdichte Verschluß zwi-

schen dem Deckglase und der Unterlage erleichtert wird. — Uebrigens kommen wir auf das Präpariren der Objecte wiederholt zurück.

Siebentes Capitel.

Aufnahme trockner Objecte.

Manche sehr zarte Objecte verlieren, wenn sie entweder in Flüssigkeiten oder in canadischen Balsam aufgenommen werden, mehre ihrer auffallendsten Charaktere und kommen daher trocken zur Untersuchung. Es gehören hierher Schnitte von Zähnen und Knochen, sowie auch von einigen Holzarten, Haare von Thieren, Schüppchen von Schmetterlingen und andern Insecten, welche am besten in diesem Zustande untersucht werden. Man kennt mehre Methoden der Untersuchung; eine der ältesten bestand darin, das Object zwischen zwei runde Stückchen von Talk zu legen, welche in eine Oeffnung paßten, die in Holz oder Elfenbein ausgeschnitten war, woselbst die Talkschuppen durch kleine Ringe von Messingdraht festgehalten wurden. In einem solchen Stück Elfenbein oder Holz befanden sich gewöhnlich vier oder mehr solcher Löcher, und man nannte sie Schieber; jedoch findet man diese Vorrichtungen jetzt nur an solchen Mikroskopen, die als Spielzeuge benutzt werden. Wir beschreiben daher hier nur die übrigen Methoden, die zweckmäßiger dem jetzigen Stande der Wissenschaft und Kunst angemessen sind.

Erste Methode. — Man nimmt ein dünnes Glastäfelchen, reinigt es gehörig, legt das Object darauf und darüber einen Deckel von sehr dünnem Glase, etwas breiter und länger als das Object. Um das Deckglas auf dem untern Glase zu erhal-

ten, wendet man folgendes Verfahren an: Ein sehr flüssiger Kitt würde unmittelbar unter die Gläser fließen und das Object verdunkeln; wendet man daher Lack an, so muß er alt und dick sein. Ein dicker Firniß von Siegellack hat eine geringere Tendenz, zwischen die Gläser zu laufen; der beste Kitt ist daher der weiter oben unter der Benennung „electrische" beschriebene. Wird derselbe in einem großen Löffel warm gemacht, so kann er mit einem scharfen Pinsel aufgetragen werden, und man kann ihn alsdann mit einem Stück Eisendraht, welches über der Spirituslampe gewärmt wird und welches, sobald es kalt geworden, mit einem Messer wieder gereinigt werden kann, auftragen. Sobald die Kante zwischen dem Deckglase und der Unterlage verdichtet ist, kann man beide durch Lack, oder durch einen der flüssigeren Kitte, fester mit einander verbinden. Man kann gefärbten Kitt anwenden, wodurch das Ansehn des Präparates bedeutend gewinnt.

Zweite Methode. — Manche Beobachter befestigen das Deckglas auf die Unterlage mittelst Papier und Kleister und lassen in der Mitte eine hinreichende Oeffnung, um das Object untersuchen zu können. Jedoch hat man gefunden, daß durch die Feuchtigkeit des Kleisters Conferven leicht in Wachsthum bleiben, es ist jedoch die erstere Methode mit einem Lack vorzuziehen.

Bei der Präparation kieseliger Loricäen, z. B. **Navicula hippocampus** und **angulata**, den Schuppen von **Podura** und andern Insecten zu Probeobjecten ist es zweckmäßig, nicht allein das dünnste Deckglas, sondern auch sehr dünnes Glas zu Unterlagen zu gebrauchen, da es von der größten Wichtigkeit ist, daß die von dem achromatischen Condensor benutzte Linse eine starke Vergrößerungskraft habe und daher dem Objecte so nahe, als möglich, gebracht

werde. Man kann dabei zweierlei Methoden anwenden. Bei der ersten versieht man sich mit zwei quadratischen Stücken des dünnsten Glases von der gleichen Größe und legt das Object auf die untere Fläche des kleinsten Quadrates, welches den Deckel bilden soll; an jeder Ecke wird etwas Wachs angebracht, und es wird der Deckel auf die Unterlage gelegt, so daß das Wachs die beiden Stücken zusammenhält. Darauf versieht man sich mit zwei dünnen Stückchen eines harten Holzes, etwa 3 Zoll lang, 1 Zoll breit und etwa $\frac{1}{10}$ Zoll dick, wie die Figuren 215 und 216 zeigen. a b, Fig. 215, zeigt die Oberfläche von einem dieser Holztäfelchen, in dessen Mitte eine Oeffnung von $\frac{1}{2}$ Zoll oder mehr Durchmesser sich befindet, deren Rand abläuft, wie man bei c sieht; Fig. 216 zeigt die innere Oberfläche des correspondirenden Stückes, und bei f f sieht man fünf kleine Nuthen, welche mit einer Säge gemacht sind. Zwischen diese Holztäfelchen werden die dünnen Glastäfelchen, welche das Object enthalten, gelegt, und die Holztäfelchen werden durch vier kleine Messingschräubchen verbunden, während die Einschnitte eine genaue Näherung der Enden gestatten. Fig. 217 zeigt einen Längendurchschnitt eines auf solche Weise präparirten Objectes, welcher mit Hülfe der vorhin erwähnten Buchstaben vollkommen deutlich sein wird.

Das andere Verfahren ist in Fig. 218 dargestellt; g h ist ein Holztäfelchen mit einer halbzölligen Oeffnung in der Mitte, deren Kanten c in der Mitte sehr scharf ablaufen. Auf die flache Oberfläche werden zwei dünne Glastäfelchen gelegt, welche das Object zwischen sich enthalten, und die durch aufgeklebtes Papier i i in ihrer Lage erhalten werden.

Die in Fig. 217 dargestellte Art der Befestigung der Glastäfelchen ist noch dadurch verbessert, daß man zwischen die Holztäfelchen an jedem Ende ein

Streifchen Metallblech legt, welches etwas dicker als die beiden Glastäfelchen ist, und daß man die Schrauben nicht an den Enden, sondern zwischen den Blechstreifen uud den Gläsern anbringt, wodurch dieselben weit fester gehalten werden, als bei der oben erwähnten Methode. Das Holz, welches man zu den Täfelchen verwendet, darf kein Nadelholz sein, indem dies in der Wärme stets eine flüchtige Substanz entwickelt.

Man kann manche Objecte, z. B. Naviculae, die als Proben benutzt werden, mit Balsam befestigen. Stärkere Objecte, wie Schnitte von Knochen, Zähnen u. s. w., oder auch Hölzer, die man trocken untersuchen muß, werden von einer kleinen Zelle aufgenommen. Dieselben können von Schreibpapier oder von Kartenpappe angefertigt, werden und man kann ihre Größe nach der des Deckglases einrichten, schneidet eine Oeffnung von erforderlicher Form in den Boden und befestigt die Zelle mit dem Siegellackfirniß auf ein Glastäfelchen. Wenn der Spiritus verdampft und die Zelle auf dem Glase befestigt ist, so wird die ganze obere Fläche mit einem solchen Ueberzug versehen und das Papier gehörig damit gesättigt. Nachdem das Object hineingelegt ist, wird das Deckglas ebenfalls mit Siegellackfirniß darauf befestigt. Man kann auch Zellen von electrischem Kitt auf die oben angegebene Weise anfertigen, welches sich mit einem warmen Draht sehr gut bewerkstelligen läßt. Ebenso kann man auch Theilchen von Gutta-Percha, welche man mit einem Federmesser oder mit einem Locheisen in der gehörigen Form ausschneidet, Zellen für dünne Objecte anfertigen; jedoch lassen sie sich mit dem Glase nur durch ein Auflösungsmittel verbinden. Endlich lassen sich auch von Bändern von sogenanntem vulkanisirten Kautschuk für dickere Objecte Holzscheiben, bei deren Untersuchung keine bedeutende Ver-

größerung erforderlich ist, lassen sich sehr zweckmäßig auf folgende Weise für die Untersuchung im trockenen Zustande präpariren. Man nehme zwei gleichgroße Glastäfelchen und schräge deren Kanten ab, sowie Fig. 219 zeigt, so daß, wenn sie aufeinander gelegt werden, ein dreieckiger Hut b entsteht. Nachdem die Oberflächen gereinigt worden sind, werden die abgeschrägten Kanten mit einem dünnen Siegellackfirnißüberzug versehen. Ist es erforderlich, so kann ein Stückchen Papier auf das unterste Täfelchen mit Gummi befestigt werden, und man kann auch das Object darauf legen. Ist es erforderlich, daß das Object an seinem Orte liegen bleibe, so ist dazu ein geringes Tröpfchen Gummi hinreichend; darauf wird die Deckplatte aufgelegt und die eine Kante in der Spiritusflamme erhitzt, worauf man die Vertiefung mit Siegellack ausfüllt, wie bei a. Darauf wird mit allen übrigen Kanten so verfahren und es werden dann die beiden Täfelchen luftig zusammengehalten. Das überflüssige Siegellack kann man durch Reiben auf Sandpapier, welches man auf ein flaches Bret legt, entfernen, und sind glänzende Kanten erforderlich, so läßt man sie schnell durch die Flamme gehen. Zu bemerken ist noch, daß die Objecte vollkommen trocken sein müssen, ehe sie zwischen die Tafeln gelegt werden. Es lassen sich auf diese Weise Holzscheiben auf eine treffliche Weise aufbewahren und darüber und darunter die gehörigen Etiketten anbringen.

Achtes Capitel.

Die Befestigung undurchsichtiger Objecte.

Undurchsichtige Objecte lassen sich auf verschiedene Weise befestigen: — auf Scheiben, auf Cylinder, auf Glastäfelchen, oder in Zellen.

Auf Scheiben. — Die Scheiben bestehen aus runden Stücken irgend eines weichen Materials, durch welches eine Nadel geht; ihr Durchmesser wechselt von $\frac{1}{4}$ bis zu 1 Zoll. Eine Art kann sehr zweckmäßig dadurch hergestellt werden, wenn man zwei Stücken Kartenpappe aufeinander klebt, indem man ein Stück Waschleder dazwischen legt und dann die Scheiben von der erforderlichen Größe auf irgend eine Weise ausschneidet. Durch das Leder wird alsdann eine lange, starke Nadel in der auf Fig. 220 angegebenen Weise gesteckt. Die Scheiben werden mit Lampenruß schwarz gemacht, der entweder mit Leimwasser oder mit Firniß angerieben worden ist. Die Firnißfarbe muß in der Wärme getrocknet werden. Man kann auch Querschnitte von Flaschenkorken anwenden, deren eine Fläche man mit schwarzem Papier überzieht.

Auf diese Scheiben werden die Objecte festgekittet, und es kann dies mit schwarzem Lack geschehen, da natürlich ein hellfarbiger Kitt nicht angewendet werden darf; ebenso wenig darf man aber einen glänzenden nehmen. Man kann auf beiden Scheiben Objecte anbringen, oder es kann die eine Seite mit einer Nummer versehen werden. Die Fig. 221 und 222 zeigen dreierlei verschiedene Arten, wie man Objecte an diesen Scheiben befestigt. Im erstern Falle, in welchem die Objecte dick sind, brauchen sie nur auf die Scheibe aufgekittet zu werden. Die zweite Methode ist sehr zweckentsprechend, wenn Mooskap-

seln befestigt werden sollen, und sie besteht darin, kleine Stückchen Kork auf die untere Oberfläche der Scheibe zu kleben, und es können dann die Kapseln am besten so angebracht werden, daß man in ihre Mündungen hineinsieht. Bei der dritten und vierten Methode wird statt des größeren Stückes Kork ein kleines Korkscheibchen angewendet. Bei der fünften endlich wird das Object so befestigt, daß man nicht allein den Vordertheil des Körpers, sondern auch die Vorderseite sehen kann.

Ist es erforderlich, daß beide Seiten eines Objectes untersucht werden, so muß man eine Scheibe von 1 Zoll oder mehr Größe anwenden, aus welcher eine kleinere Oeffnung ausgestochen ist, wie Fig. 223 zeigt; jedoch muß diese Oeffnung excentrisch sein. Das Object kann auf eine Seite aufgekittet werden, oder man macht mit einem Federmesser einen Spalt in das Leder, steckt das eine Ende des Objectes hinein und befestigt es mit etwas Kitt.

Eine andere Methode, Scheiben anzufertigen, besteht darin, daß man eine lange Nadel in der Mitte mit der gehörigen Menge von schwarzem Siegellack umgiebt, und dort mit Hülfe von einer Kerzen- oder Spiritusflamme eine Kugel bildet, die man auf einer Glasplatte breit drückt. Auf diesen Scheiben können die Objecte auf die gewöhnliche Weise befestigt werden. Scheiben dieser Art lassen sich bei einiger Uebung in jeder Art und Größe anfertigen, und die der Beobachtung nachtheiligen glänzenden Oberflächen lassen sich durch Schaben mit einem Federmesser leicht matt machen.

A u f C y l i n d e r. — Dieselben können von Kork, Wachs oder Elfenbein in der in Fig. 224 dargestellten Form angefertigt werden; die Nadel geht entweder durch die lange oder die kurze Achse des Cylinders, so daß ein Object entweder an den Enden oder

auf den Seiten des Cylinders befestigt werden kann. Gutta percha, welcher jetzt so viel zu Laufriemen benutzt wird, kann man sich in Längen bis zu ½ Zoll und mehr Länge verschaffen, und eine Nadel, die etwa bis auf den Siedepunct erhitzt worden ist, kann sehr leicht durchgesteckt werden, und wenn der Cylinder kalt geworden ist, so hält sie sehr fest.

Auf Glastäfelchen. — Man schneidet aus schwarzem Papier kleine Scheiben von ¼ bis 1 Zoll Durchmesser, klebt sie mit Gummi auf ein gewöhnliches Glastäfelchen, wie Fig. 225 zeigt, und befestigt darauf das Object. Die Täfelchen haben vor den Scheiben und Cylindern den Vorzug, daß sie leichter in einem Cabinet einrangirt werden können, welches mit jenen der Fall nicht ist; allein sie können leicht durch Staub beschädigt werden, weßhalb diese Art der Befestigung nur bei kleinen Muscheln und überall nur bei solchen Objecten zulässig ist, die nur mit einem Pinsel vom Staube gereinigt werden können.

In Zellen. — Man darf hier nur solche Zellen anwenden, die höchstens ½ Zoll im Durchmesser haben, das ist die Größe des größten Stiefels. Man schneidet sie von weiten Barometerröhren und kittet sie auf die gewöhnliche Weise mit Marineleim auf. Auf dem Boden dieser Zelle läßt man einen Tropfen von schwarzem Siegellackfirniß fallen, wodurch nicht allein das Hindurchlassen des Lichtes verhindert, sondern auch das Object festgehalten wird. Der Deckel wird auf die früher wiederholt angegebene Weise aufgekittet. Man muß dabei einen Lieberkühn'schen Spiegel anwenden, weil sonst keine richtige Bestimmung des Objectes möglich ist; mit dem senkrechten Lichte vom Lieberkühn'schen Spiegel fällt aber fast eben so viel Licht durch, als wenn das Deckglas nicht vorhanden wäre. Die Elytra von den Diamant- und andern Käfern, welche im canadischen Balsam

noch ihre Regenbogenfarben zeigen, kann man auf diese Weise sehr leicht erkennen. Solche Objecte aber, welche ein unter sehr schiefen Winkeln einfallendes Licht erfordern, um ihr Farbenspiel zu zeigen, müssen auf Scheiben mit der Nadel befestigt werden, wodurch sie mit Leichtigkeit in jeder Richtung gedreht und ihre glänzenden Farben entwickeln können. Wendet man canadischen Balsam zur Aufnahme der Objecte an, so müssen die weiter oben erwähnten Vorsichtsmaßregeln berücksichtigt werden; der Balsam muß sehr flüssig sein, jedoch nicht durch Terpenthin flüssig gemacht worden sein; auch darf man das Deckglas nicht eher aufbringen, bis alle Luftbläschen entfernt worden sind. Eine sehr zweckmäßige Methode, undurchsichtige Gegenstände aufzunehmen, ist in Fig. 226 dargestellt. a ist ein gewöhnliches Glastäfelchen, b ein Bretchen von Mahagoniholz mit einer eingebohrten runden Vertiefung in c. Die Objecte werden auf ein Stück Papier oder Kartenpappe auf den Boden dieser Zelle befestigt, und es wird alsdann auf die gewöhnliche Weise ein Deckglas aufgekittet oder mit Papier e durch Gummi aufgeklebt. — Man hat auch neuerlich vortreffliche Zellen von flach gewalztem Zinkdraht zusammengebogen und mit Lack überzogen, welche sowohl für trockne, als nasse Aufbewahrung sehr tauglich sind.

Des Verfassers Bruder benutzte zur Aufnahme undurchsichtiger Gegenstände kleine, gut angefertigte Pillenschächtelchen und klebte auf den Boden, an die Seiten oder in die Deckel ein Stückchen Kork, von einer oder der andern der in Fig. 227 dargestellten Formen, welche keiner weitern Beschreibung bedürfen. Zum Halten dieser Büchsen gebraucht er ein Paar Pincetten von der in Fig. 228 dargestellten Form. a ist ein Stück Stahldraht, an dessen beiden Enden zwei Federn b, b′ angebracht sind. An die Feder b′

sind zwei halbkreisförmige Stücken Messing genietet, welche die Büchse halten, wie d zeigt, während die Federn b′ gebogen sind, wie es die Figur zeigt, um die Deckel der Schächtelchen halten zu können. Das Drahtstäbchen ist in einer Federnhülse verschiebbar, die bei i ein Gelenk hat, welches mit einem Stift versehen ist, womit das ganze Instrument auf dem Stativ des Mikroskops befestigt wird.

Neuntes Capitel.

Schnitte von verschiedenen Substanzen zu machen.

1. Schnitte von Knochen und Zähnen.

Man bedarf dazu einer feinen Säge, wie sie zum Schneiden von Metall angewendet wird, zwei oder drei flache scharfkantige Feilen, von denen die eine einen sehr feinen Hieb hat, einen kleinen Feilkloben, zwei feine Schleifsteine, Glastäfelchen, $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll breit, etwas alten canadischen Balsam, ein kleines Fläschchen mit Schwefeläther und einen starken ledernen Riemen mit Polirpulver.

Zuerst schneidet man mit der Säge, da, wo der Knochen am wenigsten Fett hat, möglichst feine Scheiben ab und feilt sie noch dünner. Ist die Scheibe nicht sehr spröde, so kann sie in den Feilkloben gespannt werden, und man bearbeitet sie mittelst der Feile, indem man sie auf ein Stück Holz oder Kork legt. Hat die Scheibe den gehörigen Grad der Dünne erreicht, so wird sie auf einem Schleifstein hin- und hergerieben, um sie zum Poliren vorzubereiten, und man muß sie von Zeit zu Zeit durch das Mikroskop betrachten, um zu sehen, ob sie dünn genug sei, und

wenn dieser Punct erreicht ist, so muß man zum Poliren schreiten. Soll die Scheibe von canadischem Balsam aufgenommen werden, so ist keine bedeutende Politur erforderlich; man braucht sie alsdann nur auf dem Polirleder zu reiben, bis daß man den verlangten Grad erreicht hat. Soll dagegen die Scheibe trocken untersucht werden, so muß die Politur mit größter Sorgfalt ausgeführt werden, wozu man das Leder, das Polirpulver und Wasser gebraucht. Nach dem Poliren müssen die Scheiben durch wiederholtes Waschen von dem hängen gebliebenen Pulver befreit werden.

Zweckmäßiger ist es, zwei Schleifsteine zu haben, zwischen welche man die Scheiben legt und sie weit rascher dünn schleift. Sehr spröde Scheiben werden, um das Zerbrechen zu vermeiden, zuerst gefeilt, auf dem Steine geschliffen und dann auf einer Seite polirt. Dann wird die Scheibe getrocknet und auf ein schmales Glastäfelchen gekittet, wobei man auf die bekannte Weise verfährt. Man nimmt nämlich alten Balsam, legt eine zweckmäßige Quantität davon auf ein Glastäfelchen, schmilzt es, läßt die Luftbläschen entweichen, läßt das Täfelchen etwas abkühlen und kittet die Knochenseite mit ihrer polirten Seite fest. Dann wird die obere Seite ohne alle Gefahr des Zerbrechens mit der Feile bearbeitet, auf dem Steine so lange geschliffen, bis die Scheibe die gehörige Stärke erreicht hat, wovon man sich von Zeit zu Zeit durch das Mikroskop überzeugt, und polirt alsdann die Fläche.

Es wird nun die Scheibe von dem Glastäfelchen abgelös't, welches sehr leicht dadurch bewirkt wird, daß man es in ein Fläschchen mit Schwefeläther steckt, der den Balsam auflös't, so daß man die Scheibe abnehmen und alsdann wascheu und trocknen kann. Wir werden nun einsehen, warum

man Glasplättchen von bestimmter Breite anwendet: 1) indem man dadurch das egale Schleifen der Scheiben erleichtert, indem man die Scheiben auf der einen oder auf der andern Seite aufheben kann, und 2) indem man im Stande ist, die Täfelchen mit den Scheiben in das Fläschchen mit Schwefeläther zu stecken, welches nicht füglich einen größern Hals haben kann, als von ½ Zoll Durchmesser, da in weiteren Hälsen selten die Stöpsel so gut passen, um Verdunstung des Aethers verhindern zu können.

Muß man Scheiben von Knochen abschneiden, die so hart sind, daß sie sich nicht mit der Säge schneiden lassen, so muß man zu dem Apparat greifen, den die Steinschleifer zu solchen Operationen gebrauchen. Er besteht in einer dünnen eisernen Scheibe, welche den Schnitt mit Hülfe von Schmirgel macht. Die Scheiben werden alsdann auf ein Glasplättchen gekittet und auf beiden Seiten polirt. Das zum Schneiden angewendete Material ist eine Flüssigkeit, die unter dem Namen Ziegelöl bekannt ist. Die Schneidscheiben werden entweder mit der Hand bewegt, oder durch eine Vorrichtung mit dem Fuße getreten.

Will man die Structur fossiler Knochen untersuchen, wozu bloß kleine Schüppchen nothwendig sind, so schlägt man dieselben mit einem kleinen Hammer ab und wählt die dünnsten davon aus, um sie in canadischem Balsam ohne weiteres Schleifen aufzunehmen.

Die Befestigung der Knochenscheiben. — Es geschieht dies entweder trocken oder in einer dünnen Zelle in Flüssigkeit, oder in canadischem Balsam. Ist die Scheibe sehr dünn und durchsichtig und gut polirt, so kann sie in einer Flüssigkeit oder trocken untersucht werden. Ist dies nicht der Fall, so muß man zu canadischem Balsam seine Zuflucht nehmen.

Das Verfahren hierbei ist schon weiter oben beschrieben; es besteht kurz darin, die Scheiben gehörig zu trocknen, auf ein Glastäfelchen ein Stück Balsam zu legen, es zu erwärmen, bis es siedet, worauf man es etwas abkühlen läßt, dann die Scheibe darauf legt, bis sie einsinkt, welches mit Anwendung von etwas Hitze bewirkt wird. Manche Knochen zeigen ihre Structur besser, wenn nicht zu große Wärme angewendet ist; denn wenn der Balsam in die Zellgewebe der Knochen eindringt, so wird die Structur dadurch undeutlich. Man muß daher nur Knochen von sehr dunkler Farbe, deren Zellgewebe und Canäle mit erdiger Materie ausgefüllt sind, in Balsam legen, alle übrigen aber trocken oder in einer Flüssigkeit untersuchen. Alle neuen und sehr fettigen Knochen müssen eine Zeit lang in Aether eingeweicht werden; dieser löst das Fett auf und es tritt alsdann das Zellgewebe mit den Canälen deutlicher hervor.

Bruchstückchen oder Splittern von fossilen Knochen können ohne vorheriges Schleifen in Balsam gethan werden, und da gewöhnlich solche Zellen und Canäle voll erdiger Materie sind, so hat es keinen Einfluß, wenn der Balsam zum Kochen gebracht wird, ja es ist dies vielleicht besser, indem dadurch das Zellgewebe durchsichtiger und deutlicher wird.

Es muß hier noch bemerkt werden, daß es erforderlich ist, die Knochendurchschnitte wo möglich nach mehren Richtungen zu nehmen, um alle Theile derselben genau zu erkennen; es würde uns jedoch zu weit führen, nähere Regeln darüber anzugeben, da jeder Beobachter auch wissen muß, was auf diese Weise zu machen ist.

Schuppen und Gräten oder Knochen von Fischen brauchen bloß auf dem Steine geschliffen zu werden. Ist die Oberfläche der Schuppe emaillirt, so wird bloß die innere Fläche geschliffen, während die äußere

ihre natürliche Politur behält. Die innere Fläche wird alsdann mit canadischem Balsam auf ein Glastäfelchen gekittet und erfordert dann weiter kein Deckglas oder eine Decke von canadischem Balsam, sondern bleibt, wie die Holzscheiben, frei. Um die Structur der Knochen genau kennen zu lernen, müssen ein oder mehre Durchschnitte in verdünnte Salzsäure eingeweicht werden, um die erdige Materie zu entfernen; andere dagegen in Aetzkali, um die thierische Materie zu zerstören. Diese muß man in einer Flüssigkeit untersuchen und wird auf diese Weise viel Belehrung erlangen.

Scheiben von Zähnen. — Da die Fischzähne keine Emaillagen haben, so können sie wie gewöhnliche Knochen mittelst einer feinen Säge zerschnitten werden, worauf man sie auf die gewöhnliche Weise zwischen Steinen schleift und polirt. Die Zähne der meisten höhern Thiere dagegen sind mit einer mehr oder weniger starken Emaillage von kieselartiger Härte überzogen, und ihr Zerschneiden erfordert daher weit mehr Mühe und Arbeit.

Man muß daher die Sägen anwenden, mit denen man Eisen und Messing schneidet, und selbst diese werden oft stumpf, ehe sie einen Schnitt gemacht haben. Meistens wird es vergebens sein, auf das Gelingen von mehr als zwei Längenschnitten eines Zahnes zu glauben; dies kann nur dadurch bewirkt werden, daß man den Schnitt durch die Mitte führt, und nachdem man die Schnittoberflächen auf Glastäfelchen gekittet hat, sie durch Feilen und Schleifen dünner macht. Noch zweckmäßiger ist die Scheibe der Steinschleifer, da man mit deren Hülfe und mit Diamantpert sehr rasch durch die dickste Lage des härtesten Email schneidet. Das Einlegen der Zahnschnitte in dicken Balsam muß mit Vorsicht geschehen, da sich das Email sehr leicht von dem Dentin oder

Elfenbein trennt; ebenso muß auch das Schleifen und Poliren, zur Verhinderung derselben Trennung, mit Vorsicht vorgenommen werden. Man muß Längen- und Querdurchschnitte von Zähnen machen, um die Structur des Ema l gehörig zu untersuchen; auch ein schiefer Durchschnitt wird sehr belehrend, obgleich sehr schwierig sein.

Die Befestigung der Zahnschnitte wird auf dieselbe Weise bewirkt, wie die der Knochen; eine Untersuchung mittelst des Mikroskops dient da:u, um zu bestimmen, ob irgend ein besonderes Stück in eine Flüssigkeit, oder in Balsam gelegt oder trocken untersucht werden muß. Letzteres ist im Allgemeinen das Beste, allein es müssen alsdann die Schnitte polirt werden. Dunkelfarbige fossile Zähne können sehr gut in Balsam untersucht werden, und können selbst in demselben sieden, wenn es nothwendig ist, da die Dentinröhrchen in gewöhnlichen Fällen mit erdigen Stoffen ausgefüllt sind.

II. Scknitte von Muscheln und andern harten Stoffen.

Zu diesem Zwecke reichen fast alle diejenigen Präparate aus, die zu Knochen und Zähnen erforderlich sind. Jedoch sind die wichtigsten Instrumente die Feile und der Schleifstein. Obgleich Muschelschalen im Allgemeinen viel weicher sind, als Knochen und Zahn, so sind sie doch sehr spröde und dünne Scheiben müssen daher mit großer Vorsicht behandelt werden. Am zweckmäßigsten ist es daher, erst einen Theil auf einer Seite dünn zu feilen und zu schleifen und dann auf dem Steine und mit Polirpulver auf dem Riemen zu poliren, dann diese Fläche der Scheibe mit canadischem Balsam auf ein Glastäfelchen zu kitten und dann die andere Fläche nun ebenso zu bearbeiten, wie die vorige. Die Scheibe muß von Zeit zu Zeit mit dem Mikroskop untersucht werden, um zu sehen,

ob sie dünn genug ist, und wenn es erforderlich, so muß das Täfelchen entweder in Aether oder in Terpenthin gestellt werden, um den alten Balsam aufzulösen, ohne die Scheibe von dem Täfelchen zu trennen. Ist aber das Exemplar sehr spröde, so muß es, nachdem eine Seite bearbeitet ist, auf dem Täfelchen bleiben, auf welchem es geschliffen worden ist, und nachdem man es möglichst gereinigt hat, muß etwas Balsam darauf getröpfelt werden, und man muß es auf die gewöhnliche Weise mit einem Deckglase versehen. Ist jedoch die Scheibe hinreichend stark, so nimmt man sie mittelst Aether von dem Täfelchen ab und umgiebt sie mit frischem Balsam.

Will man die Structur der thierischen Stoffe in irgend einer Scheibe untersuchen, so muß man dieselbe der Einwirkung von verdünnter Salzsäure unterwerfen, worauf man sie in Wasser liegen läßt, um die Säure wieder fortzuschaffen, und sie alsdann in einer dünnen Glaszelle in einer Flüssigkeit aufbewahrt, um sie der mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen. Die Structur mancher Schalen von der Austerart kann sehr gut durch einige dünne Blättchen erkannt werden, die man in der Nähe des äußern Randes von der Muschel abgenommen hat. Nachdem dieselben gewaschen und getrocknet worden sind, können sie mit canadischem Balsam auf die gewöhnliche Weise befestigt weiden. Auch manche Muscheln von dem Genus **Pinna**, die eine prismatische Structur haben, lassen sich leicht in Prismen spalten, und sie können entweder in einer Flüssigkeit oder in Balsam ohne weitere Präparirung aufbewahrt werden. Am schwierigsten lassen sich solche Muscheln schneiden, deren Structur perlmutterartig ist, und die **Halyotis** oder Ohrmuschel giebt das beste Beispiel dieser Art. Sie lassen sich leicht feilen und schleifen, und wenn man den thierischen Stoff daraus entfernt, so wird

man finden, daß die schönen Farben dieser Muschelart von den Falten der thierischen Membran herrührt. Unter den muschelartigen Stoffen muß man auch die spina der Echinodermen, die Decken der Crustaceen und den Knochen des Tintenfisches erwähnen. Alle können auf dieselbe Weise präparirt werden, wie Muscheln, d. h. durch Feile und Schleifstein, ausgenommen den Sepiaknochen, von dem man auch mittelst eines scharfen Federmessers hinreichend dünne Scheiben abschneiden kann. Die spinae der Echini bilden, nachdem man mit der Säge Querschnitte gemacht, ausgezeichnet schöne Objecte für Mikroskope mit geringer Vergrößerung; jedoch ist es schwierig, eine vollkommene und sehr dünne Scheibe zu erlangen. Ein interessantes Object bildet auch ein Stückchen von einer Krebsschale, hauptsächlich die Schalen der Scheeren.

Scheiben von harten vegetabilischen Stoffen. — Die dichte Structur der Steine von manchen Kernfrüchten, wie Pfirsiche, Aprikose, Pflaume und Kirsche, bilden sehr schöne Objecte für mikroskopische Untersuchungen; sie haben eine auffallende Aehnlichkeit mit der Knochenstructur der Thiere, und müssen, wie diese, in dünne Scheiben geschnitten werden, um ihren wahren Charakter kennen zu lernen. Auch hierzu werden Säge, Feile und Schleifstein als Instrumente angewendet. Zähe Kerne, wie die von Kirschen und Pflaumen, können sehr leicht dünn gemacht werden, wogegen andere spröde einige Vorsicht bei ihrer Präparirung erfordern, während einige wenige, wie, z. B., die Elfenbeinnuß, so hart sind, daß sie eine Schneidemaschine, oder die Scheibe der Steinschleifer zu ihrer Reduction zu dem gehörigen Grad der Dünne erfordern. Um die Scheiben herzustellen, wendet man die weiter vorn beschriebene Methode an, und zu ihrer Befestigung und Aufbewahrung dient

am zweckmäßigsten Balsam, da sie Alle mehr oder weniger eine dunkle Farbe haben; es ist daher auch keine sorgfältige Politur erforderlich. Die Structur der harten Pflanzentheile erkennt man auch sehr schön an den Schuppen der Tannenzapfen; man kann sie mit der Holzschneidemaschine, die wir sogleich beschreiben werden, präpariren und auf die gewöhnliche Weise in Balsam aufbewahren. Eine andere Form von harten Pflanzenstoffen kann man durch Maceration von Birnbaumholz erlangen; es muß in einer Flüssigkeit aufbewahrt werden, da es Balsam zu durchsichtig macht.

Die Präparation vegetabilischer Kieselskelette. — In allen grasartigen Pflanzen ist mehr oder weniger Kieselerde enthalten; ihr Vorhandensein kann auf mannichfache Weise erkannt werden, allein Wärme und Salpetersäure sind die gewöhnlich angewendeten Agentien, um sie von den andern minder dauerhaften Substanzen, mit denen sie genau verbunden sind, zu trennen. Kieselerde bildet einen Ueberzug der Grasstängel; ebenso findet sie sich in kleinen Massen oder Concretionen in den Bambusröhren und ist unter dem Namen Tabasheer bekannt. Die zweckmäßigste Grasart, um die Structur des Kiesels in den Stängeln zu erkennen, ist der bekannte Schachtelhalm, eine Equisetumart, welchen die Tischler zum Poliren benutzen. Derselbe wird am besten dadurch präparirt, daß man die Stängel in kurze Stückchen schneidet und sie in einem hohen Gefäß in starker Salpetersäure kocht. Die Kohle entweicht in Gasform, worauf das Gefäß eine Zeit lang abseits gestellt wird, sobald das Aufbrausen aufgehört hat, und alsdann frische Säure zugegossen wird. Man läßt die Schachtelhalmstückchen so lange in der Säure, bis daß alle übrigen Bestandtheile entfernt worden sind. Wenn ein Theil der Pflanze

auf diese Weise gehörig präparirt worden ist, so muß er vollkommen frei von allen fremdartigen Stoffen sein, und wenn er alsdann sorgfältig gewaschen worden ist, so kann man ihn entweder in einer Flüssigkeit, oder in Balsam, oder selbst trocken aufbewahren. In Balsam bildet er ein schönes Object zu Untersuchungen im polarisirten Licht, allein am besten läßt sich seine Beschaffenheit in einer Flüssigkeit untersuchen. Die paleae der Gräser von der Species Festuca pratensis zeigen das Kieselskelett ohne Präparation in einer Säure, und man kann sie trocken auf einer von den oben erwähnten Scheiben befestigen, oder man kann auch die Untersuchung in einer Flüssigkeit bei durchfallendem Licht anstellen. Weniger kieselhaltig sind die paleae (der sogenannte Kaff) von Weizen und Hafer, und da sie auch undurchsichtiger sind, so müssen sie vorher mit einer Säure behandelt werden.

III. Darstellung der Holzscheiben oder Holzschnitte.

Es ist zu diesem Zwecke eine Schneidemaschine erforderlich, welche aus einer Metallplatte besteht, auf welche sich ein sehr scharfes Messer verschieben läßt. Das in Scheiben oder Lamellen zu zerschneidende Holz muß in eine dreieckige oder andere Röhre fest eingekeilt werden, jedoch so, daß es durch eine feine Schraube um die Dicke der Scheibe in die Höhe gehoben werden kann. Man kennt mehre Instrumente dieser Art, von denen einige mit Messern versehen sind, die sich kreisförmig bewegen, während andere so eingerichtet sind, daß das Messer gerade vorwärts geht.

Eine sehr zweckmäßige Vorrichtung dieser Art ist in Fig. 229 abgebildet. Auf einer Platte von Mahagoniholz stehen vier messingene Säulen, auf die eine Metallplatte von 8 Zoll Länge, 3 Zoll Breite

und $\frac{3}{10}$ Zoll Dicke befestigt ist. Es ist eine hervorstehenden Leiste darauf geschraubt. An die untere Fläche ist ein röhrenförmiges Stück Messing c geschraubt, welches durch die Platte geht und etwa $\frac{1}{4}$ Zoll über der oberen Fläche hervorsteht. In diese Röhre paßt sehr genau ein cylindrisches Stück f mit einer Vertiefung von $\frac{5}{8}$ gegen 1 Zoll im Quadrat, die durch die ganze Länge geht. Dieser Cylinder kann durch eine Schraube gehoben werden, die 40 Gänge auf dem Zoll hat und deren Kopf in 25 Theile getheilt ist. Die Theilungen sind so tief geschnitten, daß ein dünnes, keilförmiges Stück Stahl durch die Feder a fest in eine derselben gedrückt werden kann. Durch diese Vorrichtung erreicht man zwei Zwecke, indem sie einmal als ein Mikrometer dient, um zu bestimmen, wie hoch der Cylinder gehoben werden muß, um die feinsten Lamellen von dem Holze abzuschneiden und zweitens, weil sie die Schraube an der Bewegung hindert. Ein starker messingener Rahmen, wie der obere Theil von der Figur zeigt, und fast von derselben Dicke, wie die Platte, ist mit einem Messer e versehen, welches an seiner unteren Fläche vollkommen eben geschliffen und durch zwei starke Schrauben d,d befestigt ist. Dieses Messer ist mit seinem Rahmen auf der obern Fläche der Tafel vorwärts und rückwärts verschiebbar. Das zu zerschneidende Holz wird sehr dicht in die quadratische Höhlung g in dem Cylinder f eingetrieben und steht etwa $\frac{1}{8}$ Zoll darüber hervor. Nachdem der Cylinder f in die Röhre c eingesteckt worden ist, so geht wenn man den Rahmen vorwärts drückt, die Messerschneide quer über jeden Theil der Holzoberfläche, und da die Schraube 40 Gewinde auf den Zoll hat und ihr Kopf in 25 Theile getheilt ist, so folgt daraus, daß jede Drehung der Schraube um $\frac{1}{40}$ Zoll, und daß jeder Bruch ihn um $\frac{1}{1000}$ Zoll hebt. Diese

einfache Maschine entspricht allen Anforderungen, die an eine solche zu stellen sind, und kann in jedem Falle empfohlen werden.

Eine andere zweckmäßige Schneidemaschine ist in Fig. 230 dargestellt. **A B** ist eine Mahagoniplatte, 7 Zoll lang und 4 Zoll breit, mit einem Fuße **G**. **D** ist eine Messingplatte von 4 Zoll Länge und 3 Zoll Breite, die an der oberen Fläche von **A B** festgeschraubt ist. In der Mitte dieser Platte ist eine Röhre von demselben Metall **E J** angebracht, sie ist 3 Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll weit; an ihrem untern Ende ist eine Schraube **F** befindlich, die sich in einer Mutter bewegt und mit einer Scheibe oder einem Kolben **K** versehen ist, welcher genau in den Cylinder paßt. **C** ist eine andere Schraube, welche mit dem gekrümmten Messingstück **H** in Verbindung steht, und dasselbe vorwärts oder rückwärts schieben kann. Man kann dieses Instrument an einer Hobelbank oder einem Tisch befestigen. Zum Schneiden ist jedes flach geschliffene Rasirmesser geeignet, oder man kann auch ein besonders vorgerichtetes Messer anwenden.

Wir müssen hier auch noch das Mikrotom von **Dr.** Oschatz in Berlin erwähnen, welches nach demselben Princip wie die erwähnten Schneidemaschinen construirt ist. Es besteht in der mechanischen Fortführung einer scharfen Schneide über eine ebene Glasfläche, aus deren durchbohrter Mitte das Object so weit hervorragt, als die Dicke der abzuschneidenden Lamelle beträgt. Die Verrückung des Objectes aus der gläsernen Leitfläche wird durch eine Mikrometerschraube bewirkt, während die abwechselnd fortrückende sägenartige Bewegung der Schneide auf eine drehende Bewegung fortgeführt wird.

Verfahren bei der Darstellung der Holzscheiben. — Ist das Holz grün, so muß es in Stücke von der erforderlichen Länge zerschnitten

und mehre Tage in Alcohol eingeweicht werden, um alle harzige Substanzen zu vertreiben, worauf man es noch 8 oder 10 Tage in Wasser legt. Ist dagegen das Holz trocken, so muß es zuerst in Wasser und dann in Spiritus eingeweicht werden, und ehe es zerschnitten wird, muß man es wiederum in Wasser einweichen. Das Zerschneiden wird alsdann auf die angegebene Weise mittelst Fig. 229 oder 230 bewirkt, indem man möglichst dünne Scheiben abschneidet. Zuerst schneidet man einige stärkere Scheiben ab, um eine recht ebene Oberfläche zu erlangen, und gießt alsdann etwas Wasser oder Spiritus darauf. Nun wird die Schraube um eine oder mehre Theilungen gedreht, und mit dem Messer eine Scheibe abgeschnitten, die, wenn jenes recht scharf und gehörig befeuchtet ist, an der Klinge hängen bleiben und sich nicht in die Höhe biegen. Man nimmt die Scheiben mittelst Löschpapier, oder indem man sie mit einem feuchten Finger auf ein Glastäfelchen schiebt, von dem Messer ab. Man muß neben der Schneidemaschine ein Gefäß mit Wasser stehen haben, in welches man die Holzscheiben wirft und auf diese Weise die dünnen Scheiben von den dickern leicht durch das größere oder geringere Schwimmvermögen trennt. Die zur Untersuchung gut befundenen Scheiben werden in einem Fläschchen mit verdünntem Spiritus aufbewahrt.

Will man die ganze Structur irgend einer exogenen Holzart untersuchen, so müssen die Schnitte wenigstens nach drei verschiedenen Richtungen gemacht werden, nämlich der Quere nach, der Länge nach und tangentiell. Jeder Schnitt hat ein verschiedenartiges Ansehen, wie man aus den Figuren **D**, **E**, **F**, 231 deutlich ersehen kann. **A** zeigt einen Theil von einem Nadelholzstamm und **D** einen sehr vergrößerten Querschnitt desselben. An demselben zeigen die Ringe a,a

den jährlichen Wachsthum des Stammes und b,b' die strahlenartigen Medullarlinien. Ein senkrechter Durchschnitt durch die Mitte zeigt die Medullarstrahlen, und E ist eine vergrößerte Ansicht von einem Theil derselben, welche die Holzfasern c,c mit ihren Flecken und die Längendurchschnitte der Medullarfaden zeigt. C ist ein Tangentigaldurchschnitt und F ein vergrößerter Theil derselben, wobei f,f die Medullarstrahlen, sowie auch die Holzfasern mit senkrechter Durchschneidung der Flecke dargestellt sind. Sehr lehrreich ist es auch, schiefe Schnitte von dem Holze zu machen, besonders wenn große Gefäße vorhanden sind, weil man alsdann zuweilen die innere Structur von den Wandungen derselben unterscheiden kann. Die in Fig 231 mitgetheilten Abbildungen beziehen sich bloß auf Scheiben von Fichtenholz; es zeigen aber alle exogenen Pflanzenstämme ein dreifaches Ansehen, nach der Richtung, in welcher die Schnitte gemacht worden sind, um aber zu einer richtigen Erkenntniß der holzartigen Theile und der Gefäße in endogenen Pflanzen zu gelangen, sind nur zwei Schnitte erforderlich. Sehr hartes und sprödes Holz kann in siedendem Wasser eingeweicht und weich gemacht werden, und wir bemerken hier noch, daß, da die Schneidmaschine auch zu andern Substanzen außer Holz anwendbar ist, auch hornartige Substanzen, nachdem sie vorher in siedendem Wasser erweicht worden sind, damit zerschnitten werden können.

Man kann aber auch die Medullarstrahlen und die größeren Gefäße durch Splittern erkennen, die man der Länge nach von dem Holze mittelst eines Messers oder eines Meißels abtrennt. Man befestigt dieselben an einer Scheibe als undurchsichtige Objecte und untersucht sie mit einer Vergrößerungskraft von einem 100 bis 200fachen Durchmesser, wo-

bei ein Lieberkühn'scher Spiegel zur Beleuchtung angewendet wird.

Ueber die Befestigung und Aufbewahrung der Holzscheiben, trocken, im Balsam oder in einer Flüssigkeit, ist schon weiter oben das Erforderliche bemerkt worden.

Schnitte von Horn, Haaren rc. — Diese können, wie schon bemerkt, mit derselben Schneidemaschine wie die Hölzer, gemacht werden; alle sehr zähen Holzarten, wie die vom Rhinoceros, können sehr leicht zerschnitten werden, wenn man sie eine Zeit lang im Wasser gekocht hat, und sie müssen alsdann auch im warmen Zustande zerschnitten werden. Sind die Stücke zu dünn, um in die Schneidemaschine eingesetzt werden zu können, so muß man sie mit Holzkeilen feststellen. Will man Schnitte von den Stacheln eines Stachelschweines, eines Igels, von denen gewisser Fische, und von manchen Arten von Bart- und Haupthaaren machen, so bohrt man Löcher in ein Stückchen weiches Holz, steckt die Haare hinein und bringt alsdann das Holz in die Maschine, wodurch die Haare veranlaßt werden, bei'm Zusammentreffen mit dem Messer sich nicht umzubiegen, sondern sich zerschneiden zu lassen. Man kann die Haare leicht von dem Holze trennen, daß man dasselbe auf ein Glas legt, Wasser darüber gießt und die Haare mit einem stumpfen spitzen Instrument herausdrückt. Auch Fischbein kann mit der Maschine zerschnitten werden, und zwar macht man Querschnitte wie bei den Haaren, ebenso lassen sich die oberen und festen Theile von dem Horn der Antilope, des Rindviehes und anderer Wiederkäuer abschneiden. Menschen- und andere Haare werden in Massen auf folgende Weise zerschnitten. Man nimmt ein Büschel von den Haaren, taucht es in Leim und trocknet es, worauf das Bündel so fest wie Holz sein wird, so daß man es

der Länge nach fest in die Maschine einklemmen, und Querschnitte davon machen kann, die man alsdann so wenig, als möglich, trennt und in canadischem Balsam aufbewahrt. Auch die hornartigen Substanzen legt man in canadischem Balsam, und sie bilden alsdann schöne Objecte zur Untersuchung im polarisirten Licht, und man erlangt besonders merkwürdige Resultate über ihre Färbung, über die Gefäße in ihrem Innern ꝛc.

Zehntes Capitel.

Von den Dissectionen und der Präparation vegetabilischer und animalischer Structuren.

Bei weitem die meisten der wunderbaren und höchst interessanten Gegenstände, welche der Naturforscher und Arzt mit dem Mikroskope zu untersuchen hat, bieten sich ihm nicht in isolirter und einzeln stehender Form dar, sondern in einfacherer oder zusammengesetzter Verbindung mit andern Substanzen, von denen sie durch Section oder Dissection getrennt werden müssen. Die Operationen zerfallen in zwei Abtheilungen, von denen die eine mit unbewaffnetem Auge, die andere aber mit Hülfe des Mikroskopes ausgeführt werden kann. Es sind dazu gewisse Instrumente erforderlich, die wir hier zuvörderst betrachten wollen.

Sections-Pincetten. — Außer den schon weiter oben beschriebenen Pincetten sind zu den Sectionen zwei oder drei andere Arten erforderlich, von denen eine sehr zweckmäßige und allgemein gebräuchliche Form in A Fig. 232 abgebildet ist; sie besteht gänzlich aus Stahl und ist wenigstens 5 Zoll lang.

Man wendet sie **gerade**, **A**, und **gekrümmt**, **F**, an. Von Ersteren muß man eine mit breiten und eine andere mit spitzen Schenkeln haben; bei größeren Sectionen muß man sogar eine dritte Art, deren Schenkel mit Feilstrichen versehen sind, haben. Bei Sectionen unter dem Mikroskop sind die krummen, F, die zweckmäßigsten. Die Spitzen müssen genau zusammenpassen, damit sie nicht übereinander schlagen, welches aber dadurch verhindert wird, wenn die Schenkel an der Basis breit und gehörig zusammengenietet sind. Die spitzen müssen angeschliffen werden und man muß ihr genaues Zusammenpassen mit einem Vergrößerungsglase untersuchen. Manche sind mit Stiften versehen, und es paßt der Stift an dem einen Schenkel in ein Loch in dem andern.

Scheeren. — Die Scheeren des Mikroskopikers sind denen der Chirurgen ähnlich; die Griffe sind gerade und die Schenkel spitz, wie z. B. Fig. 232, oder sie sind stumpf und dann gebogen, wie in Fig. 233, und es sind diese sehr zweckmäßig zum Abschneiden offener, röhrenförmiger Theilchen, wie z. B. der Speisecanäle der Thiere, wenn sie horizontal in dem einen oder dem andern der Tröge liegen, welche wir jetzt beschreiben werden. Die stumpfen Scheeren dienen zur Entfernung oder Oeffnung gewisser geschlossener Theile, ohne sie gänzlich durchzuschneiden. Scheeren mit gekrümmten Schenkeln sind in **D** und **E**, Fig. 232 abgebildet, und werden ebenfalls sehr nöthig angewendet.

Schneidepincetten. — Ein solches Instrument ist in **C**, Fig. 232 abgebildet; die Schenkel sind am Ende zusammengenietet, ganz so wie bei einer gewöhnlichen Pincette, und an den Enden bilden sie Schneiden, die sich übereinander schieben, und damit dies nicht zu weit erfolge, ist an dem einen Schenkel ein kleiner hervorstehender Stift angebracht. Die

Schneiden sind unter einem gewissen Winkel mit dem Schenkel gebogen, und dadurch kann das Instrument sehr zweckmäßig zu Sectionen unter einer Linse von ½ Zoll Brennweite gebraucht werden. Man hat mehre andere Vorrichtungen dieser Art, von denen ebenfalls eine Mikrotom genannt worden ist.

Federscheeren. — Eine solche ist in Fig. 234 abgebildet und besteht aus einem paar kleinen Schneiden, welche durch eine Feder a auseinander gehalten werden. Der eine Griff b besteht aus Holz, der andere c aus Stahl und wird bei'm Schneiden mit dem Daumen oder Zeigefinger niedergedrückt.

Bei'm Schärfen der Scheeren, welches jeder Mikroskopiker selbst zu verrichten häufig nöthig ist, müssen die Schenkel auf dem Steine hin- und hergestrichen werden; jedoch darf man nicht von dem Winkel abweichen, unter denen der Schliff erfolgt ist. Es geschieht dies Schärfen auf einem orientalischen Oelstein, und man braucht die Schenkel der Scheere dabei nicht auseinander zu nehmen.

Scalpels. — Man bezeichnet mit diesem Namen gewöhnlich die kleinen Messer, welche zu Sectionen angewendet werden, und es bestehen dieselben, wie die Fig. 235 zeigt, aus einer Klinge, die in einem flachen Griff von Ebenholz oder Elfenbein festgenietet ist. Die Schneiden haben eine sehr verschiedenartige Form, wie die Figg. **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** zeigen. Einige derselben, wie **B**, **D**, **E**, dienen zur Section kleiner Thierchen, und es wird dabei die Spitze der Schneide fast nur allein angewendet, während **A** und **F** mehr dazu dienen, größere Schnitte zu machen, und C endlich zu beiden Zwecken und auch zu Querschnitten in weichen Theilen dient. Man kann zwar die gewöhnlichen anatomischen Messer ebenfalls zu mikroskopischen Untersuchungen anwenden, allein

in den meisten Fällen sind sie zu groß und daher unzweckmäßig.

Sehr brauchbar bei den mikroskopischen Untersuchungen ist das doppelklingige Messer von Valentin, welches in Fig. 236 abgebildet ist und hauptsächlich zu feinen Schnitten gut benutzt werden kann. Es besteht aus zwei doppelt angeschliffenen Klingen, von denen die eine durch ein flaches Stück Stahl verlängert ist, welches den Griff bildet. An dasselbe sind zwei Stücken Holz genietet, um das Messer besser halten zu können. An diese Klinge ist nun mittelst einer Schraube eine andere befestigt, an welcher ein kürzeres Stahlstück sitzt, und sowohl dieses, als das der ersteren Klinge ist mit einem Niet versehen, in welchem man das Niet a mit zwei Köpfen auf- und abwärts schieben kann, wodurch die Klingen entweder von einander getrennt, oder einander genähert werden können, so daß sie dicht aneinander liegen. Ein Knopf von dem Niete ist kleiner, als die Oeffnung in dem Ende des Schlitzes, so daß das Niet herausgenommen und die eine Klinge um die Schraube zurückgedreht werden kann, welches sowohl zum Schärfen, als auch dazu erforderlich ist, um die eine Klinge von der andern ganz los zu machen. Die eine Seite der Klingen ist doppelschneidig zugeschärft, die andere dagegen flach, oder wenig concav, so daß beide Klingen wenig zusammenpassen, welches noch vollständiger durch einen Stift an der Basis beider Klingen bewirkt wird. Die Stärke des mit diesem Instrument zu machenden Schnittes wird durch die Stellung der Klingen zu einander mittelst des Nietes bewirkt. Der ausgeschnittene Theil bleibt zwischen den Klingen und kann bei deren Oeffnung herausgenommen werden.

Sectionsnadeln. Diese Instrumente haben im Allgemeinen die Form der Scalpelle, und man

kennt zwei Arten derselben, von denen die eine gerade und die andere gekrümmte Spitzen hat. Eine der ersteren haben wir bereits im 4. Cap. des 1. Abschnittes kennen gelernt, und eine der andern Art ist in Fig. 237 abgebildet. Man benutzt sie zu der Section kleiner Thiere und paarweise zum Trennen und Auseinanderziehen zarter thierischer und Pflanzengewebe, wozu demnach die gekrümmten am zweckmäßigsten sind. Man benutzt auch die in Fig. 238 abgebildeten Nadelhalter, in welche man alle Arten und Formen von Nadeln einspannen kann. Bei der ersten und dritten Art wird die Nadel durch einen Schieber, bei der zweiten Art durch zwei Schrauben festgehalten. Bei der ersten und dritten Art sind die Halter hohl, und bei der zweiten ist er massiv. Das Krummbiegen der Nadeln wird dadurch bewirkt, daß man dieselben in die Flamme einer Spirituslampe hält, bis sie rothglühend sind, dann das Biegen vornimmt, die krumme Nadel wiederum erhitzt und dann im kaltem Wasser oder Talg härtet. Man darf keine zu langen Nadeln auswählen, und die Spitzen muß man auf einem Oelstein sehr scharf machen. Bei der Aufnahme der Objecte in Balsam wendet man ebenfalls Nadeln an.

Tröge. — Da die feinsten Sectionen unter Wasser geführt werden, so muß man dazu irgend ein Gefäß von Metall oder Porcelan oder von Glas anwenden. Sie haben eine verschiedenartige Größe von 1 Fuß bis 2 Zoll Länge und verhältnißmäßiger Breite und Tiefe, und die metallenen bestehen aus Weißblech oder aus Zink und sind gehörig mit Lack überzogen. Sehr zweckmäßig sind aber auch manche Formen von den verkäuflichen Porcelangefäßen, und der Beobachter wird leicht die richtige Auswahl treffen können; jedoch muß die Form immer eine solche

sein, daß auf dem Boden immer ein beschwerter Kork bestellt werden kann.

Man kann aber auch solche Röhrchen aus Glastäfelchen mit Marineleim zusammenkitten und die oberen Kanten so abschleifen, daß ein anderes Glastäfelchen als Deckel genau darauf paßt. Auf der inneren Oberfläche weiße Tröge müssen mit Siegellackfirniß geschwärzt werden, obgleich in diesen kein Spiritus angewendet werden kann. Die zweckmäßigste Größe für Tröge, in denen Injectionen mittelst eines zusammengesetzten Mikroskopes untersucht werden sollen, haben 3 Zoll im Quadrat und 1 Zoll Tiefe, oder sie sind 3 Zoll lang, 2 Zoll breit und 1 Zoll tief; größere können nicht gut auf der Stativplatte stehen. Kleine Objecte können auch in manchen der weiter oben beschriebenen Zellen secirt werden, und es ist dies immer dann der Fall, wenn die Untersuchungen bei durchfallendem Lichte vorgenommen werden müssen. Hr. Pritchard versieht seine Mikroskope mit kleinen Messingtrögen, die gläserne Böden haben, die mittelst Bajonettschluß mit der Stativplatte verbunden werden.

Belastete Korke. — Es bestehen dieselben aus platten Stücken Kork, die oben und unten mit Bleiplättchen versehen sind, so daß ihr Gewicht hinreichend ist, um in dem Wasser unterzusinken. Das Blei wird entweder auf den Kork aufgekittet, oder man schneidet die Platten etwas größer und kippt sie an dem Rannd um, jedoch lose, so daß, wenn sich der Kork im Wasser ausdehnt, er in der Mitte sich nicht hebt. Hat man keinen belasteten Kork zur Hand, so kann man eine Glasplatte von erforderlicher Größe nehmen, die man ebenfalls mit Bleiblech versieht. Manche Mikroskopiker befestigen auf dem Boden des Troges Wachs oder eine ähnliche Substanz statt der Korke, allein es halten die

Nadeln darin nicht gehörig fest. Um manche der kleineren Thiere auf dem Korke zu befestigen, dienen verschiedenartig gebogene Nadeln, die Stacheln von Cactus ꝛc.

Stützen. — Es bestehen dieselben aus zwei geneigten Ebenen, aus Bretchen oder aus geschnittenem Holz, wie sie in ab, Fig. 239 abgebildet sind, und sie dienen dazu, um die Arme und die Hände des Dissectors zu unterstützen. Man giebt diesen Stützen die folgenden Dimensionen: 18 Zoll lang, 6 Zoll breit, 1 Zoll stark und der senkrechte Theil 6 Zoll hoch. Ist aber der Trog, in welchem die Section vorgenommen wird, stark genug, so braucht man nur zwei Bretchen auf der einen Seite darauf zu legen, welche auf der andern Seite auf der Stativplatte ruhen. Um die Tröge in die gehörige Höhe zu bringen, sind verschiedene Holzklötzchen erforderlich. Eine Zange ist zum Biegen der Nadeln und zum festen Eindrücken derselben in den Kork, und alsdann ist auch eine kleine Spritze nöthig, um geringe Theilchen von Fett oder von anderen thierischen Stoffen, die im Inneren des Thieres vorhanden sind, wegzuschaffen.

Elftes Capitel.

Verfahren bei der Untersuchung thierischer und vegetabilischer Stoffe.

Der Bearbeiter muß hier bemerken, daß er im Anhange noch einmal auf diesen wichtigen Gegenstand zurückkommt und die vortrefflichen Beobachtungen des Hrn. Jul. Vogel in München benutzen wird.

Vegetabilische Stoffe. — Das Verfahren bei der Section oder Untersuchung vegetabilischer Ge-

webe ist weit weniger schwierig, als die Section von thierischen Stoffen, indem die hauptsächliche Operation bei jenen darin besteht, die salzartigen Theile und die Gefäße von dem sie umgebenden Zellgewebe zu befreien. Es wird dies durch Maceration und Reißen, weit weniger aber durch eigentliches Schneiden bewirkt.

Um Spiralgefäße und besondere Arten von Holzfasern zu untersuchen, reicht in den meisten Fällen ein einfaches Mikroskop hin, und man wendet dabei die oben erwähnten Lamellen oder Scheiben an; nur müssen die einzelnen Gefäße von den umgebenden Theilen abgelös't werden, ehe man ihre eigentliche Structur genau erkennen kann. Man macht die Gewebe durch Maceration weich, damit sie leicht von den übrigen und härteren getrennt werden können. Die Maceration wird durch Wasser bewirkt, welches zu dem Ende so lange darauf bleiben muß, mag es auch noch so sehr in Gährung übergehen, bis die zerlegten Theile deutlich genug sind, um untersucht werden zu können; denn wenn frisches Wasser hinzugegossen wird, so bleibt der Macerationsproceß zurück. Wir wollen annehmen, daß die zu trennenden Objecte Spiral- oder andere Gefäße seien, und daß durch Maceration die umgebenden Theile weich geworden, so muß ein Theil, welcher die Gefäße enthält, entweder in einem Glastrog oder in ein Glas mit etwas Wasser gelegt werden, welche man auf das Stativ des Mikroskopes bringt. Nun hält man den einen Theil mit den Pincetten fest, während eine andere Pincette, oder mehre Nadeln dazu benutzt werden, um alle Zellgewebe von den Gefäßen zu trennen. Sobald einige von den Gefäßen hinreichend gereinigt worden sind, so legt man sie in etwas frisches Wasser, und es wird der Sectionsproceß so

lange wiederholt, bis das Object zur Untersuchung fertig ist, welche in irgend einer dünnen Glaszelle in einer Flüssigkeit vorgenommen wird. Wenn der Pflanzenstoff sehr zähe ist und die Gefäße bündelweise mit einander verbunden sind, wie bei der officinellen Rhabarber und bei dem Spargel, so muß man sie sieden, worauf sie sehr leicht von einander getrennt werden können. Ein solches Verfahren muß man auch bei dicken Blättern anwenden, sobald sich die Oberhaut nur schwierig davon ablösen läßt. Auch verdünnte Salzsäure kann zuweilen als macerirende Flüssigkeit angewendet werden; sollen aber die Theile darauf zerlegt werden, so muß man sie vorher sorgfältig auswaschen, da sonst die stählernen Instrumente angegriffen werden würden. Bei solchen Pflanzen, wie Rhabarber, bei verschiedenen Species von Cactus, in denen sehr viel oxalsaurer Kalk in sternförmigen Krystallen, **Raphides** genannt, vorhanden ist, wendet man Aetzkali zur Zersetzung des Pflanzengewebes an; und um den Proceß zu beschleunigen, muß man das Kali erhitzen, und nach wiederholtem Waschen in siedendem Wasser erhält man vollkommen reine Krystalle. Die Oberhaut von manchen Pflanzenblättern kann sehe leicht nach einer geringen Maceration entfernt werden; man faßt einen kleinen Theil mit der Pincette und zieht ihn in die Höhe; größere Stücke kann mittelst des Scalpells und der Finger wegnehmen, indem man die Oberhaut mit dem ersteren lostrennt und dann mit dem Finger nach hilft. Zu den schönsten Objecten dieser Art gehört die Haut von Pelargonium.

Thierische Gewebe. — Zu der Zerlegung thierischer Gewebe sind sämmtliche, weiter oben beschriebene Sections=Instrumente erforderlich. Bei den Invertebraten oder wirbellosen Thieren, gleicht das Verfahren demjenigen, welches bei den Pflan=

zen angewendet wird. Nachdem der Körper geöffnet worden ist, müssen die verschiedenen Theile mittelst der Pincetten und Sectionsnadeln von einander getrennt werden, wogegen bei den Wirbelthieren eine häufige Nachfrage nach Scalpells und andern schneidenden Instrumenten ist. Es würde uns hier viel zu weit führen, Regeln angeben zu wollen, welche auf alle Arten von Thieren anwendbar sind; es müssen sich vielmehr unsere wenigen Bemerkungen auf diejenigen beschränken, die am häufigsten mikroskopisch untersucht werden. Ueberhaupt können wir uns hier auf streng anatomische Operationen nicht einlassen.

Die Sectionen, zu denen das Mikroskop am häufigsten angewendet wird, beziehen sich auf das Nervensystem, entweder in den kleineren Thieren, oder in kleinen Theilen der größern, und es sind dazu die einfachen Mikroskope die zweckmäßigsten. Das zu secirende Object muß auf einem beschwerten Kork befestigt und in einen Trog mit Wasser gelegt werden, wie c in Fig. 239 zeigt. a b sind zwei Träger für die Arme oder Hände des Operateurs, von denen wir schon weiter oben sprachen. Ist der Trog flach, so kann er durch Holzklötze in gleiche Höhe mit dem Träger gebracht werden, wie z. B. d zeigt. Das Mikroskop wird über dem Troge angebracht, und das Object wird in dem Focus des Vergrößerungsglases von 1,2 oder mehr Zoll Brennweite, je nach der Feinheit der Section, angebracht. Ist das Object sehr fein, so legt man es in einen kleinen Trog und stellt denselben auf das Stativ eines Dissections-Mikroskopes, von dem wir oben im ersten Abschnitte näher geredet haben, worauf wir uns hier beziehen, und hier deßhalb nicht weiter darüber reden.

Ist das Object, welches der Zerlegung unterworfen werden soll, der Theil einer injicirten Schleim-

haut, so muß man ihn auf einen beschwerten Kork ausspannen und in einem Trog mit Wasser setzen; ist er aber vorher in Spiritus aufbewahrt gewesen, so muß man ihn gehörig auswaschen, ehe man ihn unter dem Mikroskop gehörig untersucht, und es ist dazu, wie schon oben erwähnt, eine kleine Spritze sehr zweckmäßig. Die Section erfolgt entweder unter einer Loupe, oder ihr Fortschreiten wird nach und nach unter einem zusammengesetzten Mikroskop untersucht, von denen, nach unserer im ersten Abschnitt gegebenen Beschreibung, eine zweckmäßige Art angewendet werden kann; man bedarf dazu im Allgemeinen nur einfacher Vorrichtungen.

Dissection eigenthümlicher Gewebe.

Nerven. — Je zarter die Structur irgend eines Gewebes ist, je eher muß die Section nach dem Absterben Statt finden; aus diesem Grunde müssen daher Nerven, deren eigenthümliche Charactere am wenigsten permanent sind, so bald als möglich untersucht werden. Wenn die äußersten feinen Fäserchen untersucht werden sollen, so muß man einen kleinen Nerve auswählen und mit etwas Serum von dem Blut auf ein Glastäfelchen legen; auch kann man, wenn dies nicht vorhanden ist, etwas Eiweiß dazu benutzen. Man bringt das Object mit den Nadeln in die gehörige Lage und bedeckt es vorläufig mit einem Deckglase. Sobald die wirkliche Structur untersucht worden ist, muß man Wasser, Aether oder eine andere Flüssigkeit hinzugießen, um zu sehen, inwiefern sie das ursprüngliche Ansehen verändern.

Muskeln. — Diese können von dem Thiere in einer spätern Zeit nach dem Tode genommen werden, als die Nerven, da sie weit permanentere Charactere haben; nur muß man die Veränderungen berücksichtigen, welche die Zusammenziehung veranlaßt.

Man muß einen kleinen Theil von den Zellgeweben befreien und von der Masse los machen. Man legt denselben mit irgend einer Flüssigkeit auf ein Glastäfelchen und diese auf das Stativ eines Dissections-Mikroskopes, worauf man die Fasern mit Nadeln, wie die Nerven, auseinanderzieht. Sollen die Theile in Flüssigkeiten zu einer künftigen Untersuchung aufbewahrt werden, so muß man die Muskelfasern trocken auf das Glastäfelchen legen, und nachdem die Trennung so weit als erforderlich geführt worden ist, so muß man die Präservativflüssigkeit hinzugießen und dann das Deckglas auf die gewöhnliche Weise aufkitten. Dann läuft man auch keine Gefahr, daß sich das Object verschiebe. Die Muskelnerven können in einer dünnen Lage von zarten Fasern darin erklärt werden, welche einen Theil von dem Abdomen des Frosches bilden. Wendet man ein Compressorium an, so kann man sie auch mit den Capillargefäßen untersuchen, sowie dies mit gewissen sehr feinen, geraden Muskeln der Augen kleiner Vögel der Fall ist. Es muß jedoch zu diesem Zwecke das Auge des Thieres nach dem Tode sogleich herausgenommen, weggeschnitten und aus dem Glase zwischen ein Compressorium gelegt werden. Hat man diese Operation mit Vorsicht ausgeführt, so kann man das Blut in den Gefäßen wahrnehmen, und man erlangt auch eine gute Ansicht von der verhältnißmäßigen Größe der Nerven und Muskelfasern, der Haarröhrchen und selbst von dem Bluttheilchen in denselben. Ebenso kann man in dergleichen Präparaten die Art der Verbindung der Muskelfasern, mit denen der Sehnen untersuchen. Die größten Muskelfasern findet man bei Fischen und Reptilien, die kleinsten dagegen bei Vögeln. Die Faserchen oder Härchen kann man sehr gut in den Muskeln mancher Crustaceen untersuchen. Selbst die Krabbe

und der Krebs zeigen dieselben nach dem Kochen. Die beste Erläuterung aber gewähren die Muskeln des Schweins. Die selbstthätigen Muskelfasern aller Wirbelthiere haben Querstreifen, wogegen die unselbstthätigen, mit Ausnahme derer des Herzens, keine haben. Bei den wirbellosen Thieren haben die Articulatae, wie z. B. die Insecten, Streifen, wogegen man dieselben bei den Mollusken und Cephalopoden, obgleich dieselben in der Stufenleiter höher stehen, selten findet. Die unselbstthätigen Fasern erlangt man am besten von einigen Häuten der Eingeweide oder des Magens von Thieren; sie sind weit schwieriger zu trennen, als die der selbstthätigen, und verlieren weit eher ihre characteristische Structur. Die Muskelfasern alter oder auch junger Thiere erleiden zuweilen, da sie nicht gehörig benutzt werden, eine Degeneration; dies zeigt sich durch den gänzlichen Mangel an Streifen und durch das Vorhandensein von Fett und Oelkügelchen; letztere lassen sich leicht dadurch erkennen, daß sie sich sofort in Schwefeläther auflösen.

Die Tracheen oder Luftröhren. — Diese lassen sich sehr schön bei einigen von den kleinen Schmarotzerinsecten entweder in einer Flüssigkeit oder in canadischem Balsam, vorausgesetzt, daß der letztere nicht in sie eingedrungen ist, untersuchen. Die Anordnung der größeren Verzweigungen und ihre Verbindungen mit den äußeren Oeffnungen, den sogenannten Spiraceln, kann man sehr gut bei den vollkommneren Insecten wahrnehmen, allein zur Untersuchung ihrer feineren Vertheilung auf den Häuten der verschiedenen Eingeweide, sowie wegen ihrer Untersuchung bei stärkerer Vergrößerung, ist die Section jedes einzelnen Theiles erforderlich. Zu diesem Zwecke muß das Insect in einen kleinen Trog mit Wasser gelegt und auf einen belasteten Kork oder auf eine

Wachsplatte mit Nadeln befestigt werden. Nachdem der Körper geöffnet worden ist, sieht man zuvörderst die Eingeweide der Tracheen. Magen und Darmcanal, wenn sie groß und durchsichtig sind, zeigen die kleinen Verzweigungen am besten. Nachdem sie zu diesem Zwecke geöffnet und gehörig ausgewaschen worden sind, umgiebt man sie mit einer Flüssigkeit oder läßt sie auf einem Glastäfelchen trocknen; bei gehöriger Sorgfalt können sie auch recht gut in Balsam aufgenommen werden. Das beste Verfahren dabei, um das Eindringen des Balsams in die Röhre zu verhindern, besteht darin, etwas warmen Balsam auf das Präparat zu tröpfeln, und ehe er noch gehörig kalt geworden ist, ein erwärmtes Deckglas darauf zu legen, und es so aufzudrücken, daß alle Luftbläschen und der überflüssige Balsam ausgedrückt werden. Wenn das ganze Trachealsystem von den Insectenlagen secirt werden soll, so müssen sämmtliche Eingeweide herausgenommen werden, und bei einiger Sorgfalt kann man das ganze System aus der Eingeweidehöhle wegnehmen, und es mehr auf einem Glastäfelchen trocknen lassen, ehe man es mit Balsam umgiebt. Das einfachste Verfahren, um sich ein vollkommenes System von Trachealröhren aus den Insectenlagen zu verschaffen, besteht darin, eine kleine Oeffnung in den Körper zu machen und alsdann starke Essigsäure hineinzuthun, wodurch alle Eingeweide erweicht und zersetzt werden. Man wäscht alsdann die Tracheen mit einer Spritze aus, trennt die Verbindung der Hauptröhren mit den Spiraceln mittelst sehr spitzer Messer und nimmt die Tracheen heraus. Man legt das Glastäfelchen in die Flüssigkeit, in welcher die Tracheen schwimmen, und nachdem sie in ihre gehörige Lage gekommen sind, werden sie getrocknet und mit Balsam umgeben.

Die Spiraceln erfordern nur eine geringe Section; man trennt sie von dem Körper und bewahrt sie entweder in einer Flüssigkeit, oder in Balsam auf. Sehr schöne Beispiele geben der **Dyticus marginalis**, die Larven der Schmeißfliege, des Hahnkäfers und anderer gewöhnlicher Insecten. Große Trachealgefäße zeigen zuweilen, wenn sie in der Quere zerschnitten werden, die Fasern unaufgerollt, wie die Spiralgefäße der Pflanzen, aber beide unterscheiden sich dadurch, daß bei den Pflanzen die Spiralfedern in Einer Haut liegen, bei den Insecten dagegen inz weien.

Zwölftes Capitel.

Untersuchung interessanter Objecte.

Der Blutumlauf. — Obgleich dies ein Hauptgegenstand von den Untersuchungen der alten Mikroskopiker war, so gelangten sie doch nie zu irgend einer Ansicht darüber. In neuerer Zeit benutzte man hauptsächlich den Frosch zu diesem Zwecke, und mit Hülfe des achromatischen zusammengesetzten Mikroskopes ist es gelungen, den Blutumlauf in einigen der kleineren Säugethiere, der Insecten, der Crustaceen und selbst der Polypen zu untersuchen.

Bei gewissen Spinnen und Insecten kann man den Blutumlauf dadurch untersuchen, daß man sie ohne Wasser in eine Zelle legt, oder daß man sie mittelst einer Pincette festhält. Bei manchen Spinnen kann man ihn in den Beinen, bei den Insecten in den Flügeln und Antennen und zuweilen ebenfalls in den Beinen beobachten. Es ist dies z. B. der Fall in der **Perla viridis** und in der **Semblis bilineata**, wenn sie soeben aus der Chrisalise ausgekrochen sind. Die besten Objecte dieser Art leben in

Wasser und b estehen in gewissen Larven, in kleinen Crustaceen und in Anneliden, die man bei der Untersuchung in irgend eine Zelle legt, wie wir sie oben beschrieben haben und dieselbe mit einem Deckglase versieht. Die schönsten Beispiele geben die Larven folgender Insecten: **Ephemera** oder Eintagsfliege, die gefederte Mücke, **Hydrophilas caraboides** und eine Drachenfliege, **Agrion puella** genannt. Von den Crustaceen erwähnen wir: die gewöhnliche Wasserfliege, oder **Monoculus**, die **Daphnia pulex** oder die grüne Wasserfliege, welche in stehenden Gewässern sehr häufig sind; ferner den Bachkrebs, und verschiedene Species von **Oniscus**, welche man sämmtlich in Wassertrögen oder Zellen untersucht.

Das Blut ist farblos und besteht in vielen pfeifenförmigen Zellen oder Theilchen, die nicht in Gefäßen enthalten sind, sondern die durch die Pulsationen eines großen Dorsalgefäßes oder Herzens, welches fast den ganzen Leib einnimmt, und mit Klappen von eigenthümlicher Construction und von ohngefähr derselben Anzahl wie die Segmente des Körpers versehen, durch den ganzen Körper getrieben wird. Außer dem Blutumlauf zeigt dies Thier noch mehre interessante Puncte, welche man mit dem halbzölligen Objectivglase beobachten kann. Die Structur der Klappen kann man nur dann beobachten, wenn sie sich langsam bewegen und dann nur in den drei oder vier letzten Segmenten des Körpers, wenn die Lebenskraft fast gänzlich erloschen ist. In der **Daphnia pulex** sieht man die Pulsationen des ovalen Dorsalgefäßes oder Herzens, in sehr rascher Bewegung an dem letzten convexen oder Hintertheil, und die Blutkörperchen kann man dicht daneben, mittelst einer 200fachen Vergrößerung oder mit einem $\frac{1}{4}$ zölligen Objectivglase, wenn das Thier in einer großen Zelle eingeschlossen ist, in Wirksamkeit sehen.

Sehr gut kann man auch den Blutumlauf in manchen kleinen Fischen wahrnehmen, und man gebraucht dazu jetzt gewöhnlich den **Gasterosteus** oder Stichling, während die älteren Mikroskopiker stets größere Fische, wie Aal, Karpfen rc., gebrauchten. Auch Flundern, wenn sie recht klein sind, geben gute Objecte, allein man kann sie nicht so leicht haben, wie die Stichlinge. Man legt die Fischchen bei der Untersuchung in die Fischzelle oder schließt sie mit Wasser in eine kleine Röhre ein.

Von den Reptilien gebraucht man gewöhnlich die Eidechse und den Frosch, so wie die Kaulquappen von beiden: bei den Eidechsen beobachtet man die Circulation in dem Schwanz, in den Füßen und in den Branchien, während bei den Fröschen die Fußhaut und die Zunge und bei den Kaulquappen die Branchien und der Schwanz diejenigen Theile sind, welche sich am besten zur Beobachtung eignen.

Bei den Säugethieren kann man den Blutumlauf in den Schwingen der Fledermaus und in den Ohren und andern nicht zu undurchsichtigen Theilen der Maus beobachten. Bei einigen wirbellosen Thieren wird man wahrnehmen, daß das Blut selbst eine rothe Farbe hat, wogegen aber seine Körperchen weiß sind, während bei den Wirbelthieren die Körperchen den färbenden Theil bilden.

Beobachtung der Blutcirculation bei den Wirbelthieren. — Wenn man die Kaulquappen der Eidechse, des Frosches und der Kröte untersuchen will, so muß man sie in eine große Zelle oder einen Trog, so wie wir sie weiter oben beschrieben haben, legen, und wenn es erforderlich ist, mit einem geringen Druck versehen. Eine etwa 1 Zoll lange Eidechsenlage bildet eins der schönsten Objecte für das Mikroskop. Die großen Blutkügelchen können bis zu den äußersten Zehen verfolgt werden.

Am auffallendsten ist aber die Circulation in den Branchien, indem dort die großen Capillargefäße unmittelbar unter der Einwirkung des Herzens stehen und da die Bewegung der Körperchen nicht immerwährend ist, sondern gleichzeitig mit den Pulsationen in der Herzkammer sind. Bei den großen Eidechsen kann man die Circulation nur in dem Schwanz untersuchen, und es ist zu dem Ende nothwendig, sie in eine lange Zelle einzuschließen und mittelst einer Binde festzubinden. Da aber der Schwanz vertical statt horizontal ist, so muß das Thier festgehalten werden, weil man fast den Schwanz nicht untersuchen kann. Manche Beobachter schließen das Thier in eine Glasröhre ein, allein alsdann gelingt die Beobachtung selten und nur mit Hülfe einer **Camera obscura.**

Fische präparirt man am zweckmäßigsten auf die in den Figuren 240 und 241 dargestellte Weise. **a b** ist eine Glasplatte von etwa 3 Zoll Länge und 1½ Zoll Breite, auf welche eine Glaszelle d mit einer ovalen Höhlung **c** aufgekittet ist. Diese Höhlung ist tief genug, um einen Stichling von gewöhnlicher Größe aufzunehmen. Auf der untern Seite der gläsernen Bodenplatte sind in den vier Ecken Glasleisten] angekittet, wie man in Fig. 241 bei **c** sieht. Dadurch wird die Bodenplatte der Zelle auf solche Weise über dem Stative erhöht, daß die Binde d den horizontalen Stand der Zelle nicht hindert. Die Binde muß 8 bis 12 Zoll lang sein, so wie ½ Zoll und mehr breit. Ein kleines Stück davon wird auf den Boden des Troges gelegt und der Fisch horizontal darauf, worauf das Band rings um die Zelle und den Körper des Fisches gewunden wird, so daß er sich nicht viel bewegen kann, jedoch nicht so dicht, daß der Blutumlauf dadurch in Stocken geräth; auch müssen alle Windnngen zwischen den Unterstützungen der Boden-

platte gemacht werden, wie d, Fig. 241 zeigt. Nun wird etwas Wasser in die Zelle gegossen, um sie fast zu füllen, und es wird der Fischschwanz ausgedehnt, wie f, Fig. 240 zeigt. Damit nun der Fisch mit seinem Schwanz nicht gegen das Objectivglas schlagen könne, deckt man den Körper des Fisches mit einem dünnen Stück Messing oder einem andern Metall von der in a oder b, Fig. 242 dargestellten Form, daß beide Enden nach oben gekehrt und so fast das schmale einen Theil des Schwanzes bedeckt, wie Fig. 240 bei g und Fig. 241 bei e zeigt. Auch dieses Metallstück wird durch die Binde festgehalten, kann aber nicht so lang sein, um die ganze Länge des Fisches zu bedecken, weil man sonst die Bewegungen des Körpers nicht ordentlich beobachten könnte. Damit kein Wasser aus der Zelle gespritzt werde, und damit sich auch auf das Objectivglas keine Feuchtigkeit verdichte, wird derjenige Theil der Zelle, in welchem der Fischschwanz liegt, mit einem Deckglase versehen. Wird dies aufgelegt, so muß vorher die Zelle ganz mit Wasser angefüllt werden, damit keine Luftschicht dazwischen bleibe, welche keine richtige Bestimmung zulassen würde.

Die Blutcirculation in dem Frosch. — Der zu diesem Zweck gewöhnlich angewendete Theil ist die durchsichtige Haut des Hinterfußes, und um das Thier ruhig zu erhalten und die Haut auszuspannen, sind mehre Vorrichtungen erfunden worden. Wir übergehen die älteren. Jetzt steckt man das Thier, mit Ausnahme des zu untersuchenden Fußes, in einen leinenen Beutel, den man in eine Messingplatte, die sogenannte Froschplatte, befestigt, wie a a, Fig. 241 zeigt. Die Platte selbst haben wir schon im ersten Abschnitt Cap. 4 beschrieben, und bemerkten dort schon, daß sie auf dem Stativ befestigt und bewegt werden könne. Obgleich die Einrichtung

dieser Platte verschieden sein kann, so hat sie doch die in der obigen Figur dargestellte Einrichtung. Der leinene Beutel b b ist ungefähr 3 oder 4 Zoll lang und 2½ Zoll breit, ist bei c c, also etwa in seiner Mitte, mit einem Bande versehen, und kann auch oben mit einer Schnur d d verschlossen werden. In diesen Beutel wird der Frosch gesteckt und nur der zu untersuchende Fuß bleibt heraus, die Schnur d d wird dicht um den Fuß zugezogen, damit ihn der Frosch nicht in den Beutel hineinziehen könne, jedoch nicht so, daß der Blutumlauf gehemmt wird. Der Sack mit dem Frosche wird mit den Bändern c, c auf der Platte a a befestigt, und dann werden drei Fäden f, f, f um die drei Hauptzehen gewickelt, während die anderen Enden der Fäden durch die Löcher g, g, g gesteckt werden und der Fuß auf diese Weise auseinandergezogen bleibt. Noch zweckmäßiger ist es, die Fäden um die Nägel h zu wickeln, die in den Löchern stecken, und dann die Enden in dem Schlitz i zu sichern. Die Platte ist nun bereit, um auf dem Stative des Mikroskopes befestigt zu werden; die quadratische Oeffnung, über welcher der Fuß liegt, kommt über die Oeffnung im Stative, durch welche das Licht auf das Objectivglas fällt, so daß die Haut durch den Spiegel stark erleuchtet werden kann. Die anzuwendende Vergrößerungskraft muß 50 bis 100 Durchmesser betragen, oder man muß ein 1 oder ½ zölliges Objectivglas anwenden. Will man die einzelnen Körperchen des Blutes und der Lymphe beobachten, so muß man ein ¼ zölliges Objectivglas benutzen. Hat man keine messingene Froschplatte zur Hand, so nehme man ein Bretchen von weichem Holz, oder ein Stück Kork, ohngefähr 6 Zoll lang und 2½ Zoll breit, mit einer Oeffnung von etwa 1 Zoll Länge und ¾ Zoll Breite, wie Fig. 244 zeigt. Der Frosch ist wie gewöhnlich in einem Beutel be-

findlich, und die Ausbreitung des Fußes auf dem Holze oder Korke a über der Oeffnung b wird mit feinen Nadeln d, d, d bewirkt, welche man durch die Schwimmhaut dicht an den Zehen c, c, c einsteckt. Obgleich dieses Verfahren einfacher als das vorhergehende ist, so wird es doch weniger angewendet, weil die Nadeln dem Thiere Schmerzen machen, welches bei den Fäden bei weitem weniger der Fall ist. Manche Beobachter befestigen den Frosch auf die in Fig. 243 angegebene Weise, allein sie breiten den Fuß auf dem Glase am Ende der Platte aus, und nach einigen Versuchen hält das Thier still, besonders, wenn das Glas vorher befeuchtet ist. Ein auf diese Weise befestigter Frosch ist im Stande, mehre von den Wirkungen der Entzündung zu zeigen. Wird z. B. ein Punct der Haut mit einer Nadelspitze berührt, oder ein Tröpfchen Alcohol oder einer andern erregenden Flüssigkeit darauf getröpfelt, so wird die Circulation an diesem Puncte längere oder kürzere Zeit unterbrochen werden, je nach der Größe der gemachten Verwundung, die benachbarten Gefäße werden bald anschwellen und ganz mit Blut ausgefüllt werden. Unterbleibt ein fernerer Reiz, so wird die Geschwulst bald wieder vergehen und der Blutumlauf wieder in Gang kommen. Für die Laien bemerken wir hier, daß die meisten Blutgefäße in dem Froschfuß Adern und Haarröhrchen sind, und daß man die ersteren dadurch erkennt, daß sie größer sind, und daß sich in ihnen das Blut frei von den Fußspitzen nach dem Schenkel zu bewegt, daß auch der Durchmesser in der Richtung des Laufes zunimmt. Die Haarröhrchen sind weit feiner als die Adern, sie haben nie gleiche Stärke, und das Blut circulirt in ihnen rascher. Die Arterien unterscheiden sich dadurch, daß sie kleiner sind, und daß sich das Blut in ihnen mit großer Geschwindigkeit bewegt. Sie sind weit

weniger zahlreich, als alle übrigen Gefäße, und man kann in dem Gesichtsfelde nur eins wahrnehmen; und da sie auch tiefer in den Geweben befindlich sind, als die andern Gefäße, so kann man in ihnen die Circulation nicht so gut bestimmen, als in den übrigen. Die eigenthümlich geformten schwarzen Flecken in allen Theilen des Gewebes sind Farbenzellen, und das zarte hexagonale Häutchen, welches man mit 100facher Vergrößerung auf der Oberfläche des Gewebes sehen kann, ist **Epithelium.**

Beobachtung des Blutumlaufes in der Zunge des Frosches. — Die Zunge ist ein Organ von einer sehr verwickelten Structur und daher sehr zur Untersuchung des Blutumlaufes geeignet, denn man findet in derselben fast alle organischen Elemente, nämlich: Arterien, Venen, Haarröhrchen, Muskeln, Drüsen, Häute ꝛc., kurz sie stellt den ganzen Organismus im kleinen Maßstabe dar. Um die Zunge zu präpariren, ohne das Leben des Thieres zu vernichten, verfährt man am zweckmäßigsten auf folgende Weise: —

Man nimmt ein Stück Kork von 2 bis 3 Zoll Breite und 6 bis 8 Zoll Länge, bohrt in der Mitte, und etwa 1½ bis 2 Zoll von dem Ende eine runde Oeffnung von etwa ½ Zoll Durchmesser hinein. Dieser Theil der Korkunterlage muß doppelt so dick sein wie der übrige, weßhalb man mit Marineleim ein Stück darauf klebt. Hierauf wird der Frosch gelegt, nachdem er vorher mit einem leinenen Bande umwickelt ist, während man die vier Extremitäten mit Nadeln ausgespannt befestigt, so daß er weder Körper noch Füße bedeutend bewegen kann. Man legt ihn auf den Rücken, und so, daß das Ende der Nase an dem Rande der Oeffnung liegt. Darauf zieht man mit einer Pincette die Zunge, deren freies Ende nach rückwärts gerichtet ist, nach und nach her-

aus, dehnt sie über die entgegengesetzte Kante der Oeffnung hinaus, befestigt sie daselbst mit zwei Nadeln und die Seiten auf dieselbe Weise. In diesem Zustande erscheint die Zunge als eine halb durchsichtige Haut, so daß man durch die Substanz sehen kann, und wenn man sie zwischen das Licht und das Objectivglas des Mikroskops bringt, so zeigt sie eins der wundersamsten Schauspiele, was man nur zu sehen vermag. Andere Theile des Frosches, in denen man den Blutumlauf beobachten kann, sind die Lungen und das Gekröse, allein man muß dazu den Bauch öffnen, um den Blutumlauf in dem Gekröse zu beobachten, verfährt man auf folgende Weise: Man steckt den Frosch in Wasser von der Temperatur von etwa 49° C, wodurch jede Muskelbewegung verhindert wird, allein die Circulation dauert noch fort. Sobald die Bauchhöhle geöffnet ist, treten die Lungen, weil sie mit Luft angefüllt sind, hervor. Eine derselben wird mit einer Pincette über ein Stück Glas auf dem Stativ darüber gebogen, und dasselbe geschieht mit dem Gekröse. Man erblickt alsdann gar Wunderbares! Den Blutumlauf in den Säugethieren kann man, freilich nicht so deutlich, wie bei den Reptilien, in den Schwingen der Fledermaus und in dem dünnen Ohr der Hausmaus beobachten. Die Körper der Thiere müssen festgehalten, und es muß alsdann die Schwinge der Fledermaus oder das Ohr des Mäuschens mit Kartenpappe ausgespannt werden. Die größten Gefäße in dem Fledermausflügel finden sich in der Nähe des Flügelknochens und können alsdann in die durchsichtigeren Theile verfolgt werden. Die Präparation des Mauseohres kostet einige Mühe; am deutlichsten sieht man die Circulation am Rande.

Dreizehntes Capitel.

Von dem Kreislauf bei den Pflanzen.

Der Kreislauf bei den Pflanzen war freilich den älteren Naturforschern bekannt, allein erst seit 1817 hat man richtigere Ansichten davon bekommen, von denen wir die ersten wichtigen dem Professor Amici in Modena verdanken. Man machte die Beobachtungen stets von einer Species von Chara, von welchem Geschlecht jede Species, sei sie nun undurchsichtig oder durchsichtig, den Kreislauf sehr leicht zeigt. Bei den durchsichtigen Species geschieht dies ohne weitere Präparation, allein da die undurchsichtigen mit kohlensaurem Kalk überzogen sind, so muß derselbe erst entfernt werden. Seit Amici's Untersuchungen hat man aber auch den Kreislauf des Saftes in verschiedenen Pflanzen wahrgenommen.

Chara. — Am meisten hat man **Chara vulgaris** in Beziehung auf ihren Saftlauf untersucht. Man findet sie in stehenden Gewässern, sowohl salzigen als süßen, stets unter der Oberfläche und einen unangenehmen Geruch entwickendl. Die Farbe ist grün, und die Gestalt der Stängel und Zweige ist sehr deutlich aus den Figg. 245 und 246 ersichtlich, so daß wir sie nicht weiter zu beschreiben brauchen, und zwar ist Fig. 245 die natürliche Größe und Fig. 246 ein vergrößertes Stück. Der Hauptstängel ist an manchen Stellen sehr dick mit kohlensaurem Kalke bedeckt, wodurch der Stängel undurchsichtig und sehr spröde wird. Zu derselben Familie wie **Chara** gehört auch das Geschlecht **Nitella**, von dem ebenfalls mehre Species den Kreislauf erlautern, und es gehören dahin hauptsächlich **N. Hyalina** und **flexilis**. Der Stängel dieser Pflanzen besteht in einer einzigen durchsichtigen

glasigen Röhre von einer zarten grünen Farbe, mit Quergliederungen, und in dieser Pflanze kann man den Saftlauf ohne jede Präparation beobachten, während die Stängel der **Chara vulgaris** oft erst von dem Kalke befreit werden müssen, ehe man sie beobachten kann. Einen Theil von dem Stängel von **Nitella flexilis** sieht man in Fig. 247, und man wird durch eine Vergleichung dieser Figur mit Fig. 245 den Unterschied zwischen dieser Pflanze und der **Chara vulgaris** erkennen. Ein Stückchen von dem oberen Theil des Stängels ist sehr vergrößert in Fig. 248 dargestellt. Auf derselben bezeichnen die Pfeile die Richtung der Bewegung und die Buchstaben **a, a** die farblose Theilung der Glieder, welche den aufsteigenden und den niedergehenden Lauf trennen; man kann auch den Kreislauf in dem Wirtel junger Blätter bei s wahrnehmen, so wie überhaupt in allen mit Pfeilen bezeichneten Theilen.

Art und Weise der Beobachtung des Kreislaufes. — Hat man viele Charen und Nitellen zur Hand, so kann man jedesmal ein neues Stück zur Untersuchung nehmen. Ist dies aber nicht der Fall, und will man auch die Entwickelung beobachten, so muß man das folgende Verfahren anwenden: Man nimmt mehre cylindrische Flaschen mit weitem Halse und legt in jede einen kleinen Zweig von der Pflanze, worauf man diesen mit einem dünnen Deckgläschen bedeckt, und dasselbe mit zwei Korkstückchen auf seinem Platze erhält, wie Fig. 249 zeigt. Man füllt nun die Flaschen mit Wasser an und verkorkt sie sehr fest, worauf sie zur Untersuchung fertig vorbereitet sind. Um sie unter das Mikroskop bringen zu können, ist der weiter oben beschriebene Flaschenhalter erforderlich, und es muß die Pflanze natürlich der Oeffnung gegenüber befindlich sein; der Halter wird auf dem Stativ des Mikro-

skopes befestigt, und das Licht wird durch die Bodenröhre reflectirt, worauf man die **Chara** auf dieselbe Weise sieht, wie jedes andere Object. Um jeden einzelnen Punct in das Gesichtsfeld zu bringen, muß die Flasche entweder gedreht oder hin- und hergeschoben werden. Diese Art der Behandlung der **Chara** hat manche Vortheile, indem man sie nicht allein stets zur Hand hat, sondern weil auch das Wachsthum eines jeden besonderen Theils von Tag zu Tag beobachtet werden kann, indem man die kleinen Exemplare Monate lang lebend erhalten kann, wenn sie nicht zu viel Licht bekommen, und wenn zuweilen das Wasser gewechselt wird.

Neuerlich ist die Aufmerksamkeit der Mikroskopiker auch auf dieselben Erscheinungen in mehren andern Pflanzen gerichtet worden. Dahin gehört z. B. **Hydrocharis morsus ranae** oder Froschbiß, eine in Teichen und Flüssen sehr gewöhnliche Wasserpflanze, von denen die Figg. 250 und 251 Abbildungen geben. Erstere stellt in **a** einen Theil der Pflanze in natürlicher Größe vor, an welcher **b** und **c** die sehr durchsichtigen Blattaugen sind. In demselben kann man den Kreislauf beobachten, wenn man denselben in Wasser auf ein Glastäfelchen legt. Beobachtet man sie mit einer Vergrößerungskraft von 1 bis 200 Durchmesser, so haben sie das Ansehen von Fig. 251. Man beobachtet einige flache Zellen auf der Oberhaut **d e f** und darunter die Spiralgefäße **a b**. In jeder Zelle sieht man eine Bewegung von länglichen grünen Kügelchen, die ringsum in der Richtung der Pfeile erfolgt; in manchen Zellen nimmt man eine große durchsichtige Kugel oder einen Kern wahr, wie bei **f**; auch dieser macht zuweilen den Kreislauf mit den kleineren Kügelchen mit. Auch in Schnitten des Stangels von derselben Pflanze kann man den Saftlauf beobachten; nachdem der Schnitt gemacht worden

ist, wird der Kreislauf eine Zeit lang unterbrochen; nachdem aber der Schnitt eine Zeit lang im Wasser gelegen hat, erscheint der Kreislauf mit der früheren Geschwindigkeit wieder.

Tradescantia virginica — **Spinnenkraut.** — Fig. 252 ist eine vergrößerte Abbildung von dem gegliederten Haar des Staubbeutels dieser Pflanze, welche aus drei zarten länglichen Zellen **b**, **c**, **d** besteht, die auf einer breiteren und kürzeren Zelle **a** stehen, und die in dem vorliegenden Falle wenige flache Zellen auf der oberen Haut des damit verbundenen Calix haben. In allen verlängerten Zellen **a**, **b**, **c** kann man bei einer Vergrößerung von 2 bis 400fachem Durchmesser den Kreislauf sehr leicht wahrnehmen, allein in d sieht man ihn nur dann und wann. Jede Zelle hat einen großen Kern und die ihn begleitenden schmalen Kügelchen wie bei den andern Pflanzen, und zuweilen sieht man mehre Strömungen in einer Zelle.

Die Schildblume. — Auch in einer Species der Schildblume hat man in den Haaren von dem Halse der Cohollа den Kreislauf beobachtet. Fig. 253 zeigt eins derselben in bedeutender Vergrößerung; es ist eine fortlaufende Zelle, welche von der Oberhaut vortritt. In diesem Haar bewegen sich die Strömungen in verschiedenen Richtungen, wie die Pfeile andeuten; einige gehen bis oben hin, während andere nicht die Hälfte erreichen und dann zurückgehen, und sehr oft vereinigen sich zwei Saftläufe zur Bildung von einem.

Endlich hat man auch den Kreislauf noch bei **Senecio vulgaris** und bei **Vallisneria spiralis** wahrgenommen; allein da das über den Kreislauf der übrigen Pflanzen Gesagte für unsern Zweck genügt, so wollen wir es bei dieser Bemerkung bewenden lassen.

Die beste Methode, um den Kreislauf zu beobachten. — Man muß die Pflanzen in den Sommermonaten in ihrem besten Wachsthum abschneiden, irgend einige von den Blättern nehmen, und nachdem man sie auf die weiter oben beschriebene Weise zerschnitten, mit Wasser auf ein Täfelchen oder in eine Zelle gelegt und mit einem dünnen Glase zugedeckt hat, so zeigen sie zuweilen den Umlauf. Ist es nicht der Fall, so muß man etwas Wärme anwenden, entweder durch warmes Wasser oder durch gelindes Erhitzen über einer Lampe, wodurch der Kreislauf oft hergestellt wird Im Winter zeigen ihn die etwas gelb gewordenen und dem Ansehen nach abgestorbenen Blätter oft am besten; man legt sie in warmes Wasser, und sie erlangen den Saftlauf oft mit ganz gleicher Lebhaftigkeit wieder.

Chara, Vallisneria und andere ähnliche Wasserpflanzen kann man künstlich ziehen, wenn man dabei die Umstände benutzt, unter denen sie in der Natur wachsen; es würde uns jedoch hier zu weit führen, auf die Art und Weise dieser künstlichen Cultivirung eingehen zu wollen.

Vierzehntes Capitel.

Art und Weise, wie man sich Infusorien und andere kleinste Thierchen verschafft.

Man hat jetzt einen andern Begriff von Infusorien, als die alten Naturforscher. Ehrenberg in Berlin, mit dem eine ganz neue Periode dieses Theils der Naturgeschichte beginnt, theilt sie in zwei Ordnungen: **Polygastria** und **Rotifera**. Die ersteren haben ihren Namen daher, weil sie mit mehren Magen versehen sind, und die andern, weil sie Vi=

bratilorgrane besitzen. Zu den merkwürdigsten Geschlechtern der **Polygastria** gehören. **Monas, Gonium, Volvox, Vibrio, Navicula, Stentor** und **Vorticenlle**, während zu der letzteren Ordnung die Geschlechter, **Floscularia, Stephanoceros, Brachionus** und **Rotifer** gehören.

Wohnorte. — Die gewöhnlichen Formen der Infusorien finden sich in allen stehenden und faulenden Gewässern, während die höher organisirten nur allein in klaren Sümpfen, so wie in Bächen und Flüssen vorkommen, wo sie sich an die Stängel und an die untern Seiten der Blätter der Wasserpflanzen anhängen, oder selbst an kleine Stückchen Holz und andere vegetabilische Stoffe, die entweder schwimmen oder unter der Oberfläche des Wassers gehalten werwen. Einige Arten finden sich in der Nähe der Oberfläche, andere im Schlamme des Bodens, und alle diese Localitäten muß man genau untersuchen.

Apparat. — Zum Sammeln dieser interessanten Geschöpfe sind die folgenden einfachen Apparate erforderlich: Einige Flaschen von weißem Glase mit weiten Hälsen, oder Röhren, welche gut mit Kork verschlossen werden können; einen Stock, den man verlängern oder auseinanderschieben kann, und der mit einem Ringe zum Halten der Flaschen versehen ist; cin kleines Netz von Muselin mit einem Drahtreif und eine Loupe.

Fig. 254 stellt die verschiedenen nothwendigen Instrumente dar. **a** ist eine Angelruthe von Rohr, die wegen des bessern Transportes incinandergeschoben werden kann. An das obere Ende **b** ist ein stählerner Ring angeschraubt, dessen Form in '**b** dargestellt worden ist. Dieser Ring umfaßt die Flasche **c**. Es kann aber auch mit derselben Ruthe der kleine Hamen d verbunden werden, der aus feinem Muselin besteht. In Ermangelung einer ordentlichen Angelruthe, kann man

auch den Stock e anwenden, der einen Schlitz an seinem Ende hat, welcher den Hals der Flasche umfaßt und mit Bindfaden verbunden ist, wie man bei q sehen kann. Eine andere Einrichtung, um die Flasche mit der Angelruthe zu verbinden, ist in Fig. 255 dargestellt. Durch die Klammern a, a geht eine Schraube, und das cylindrische Ende c des Messingstückes, von etwa ½ Zoll Durchmesser, enthält die Schraubenmutter d, in welche die Schraube paßt. Die Mutter ist zu gleicher Zeit die Klammer eines Stockes. An dies Stück A wird die Feder B mittelst der Löcher e e und f f geschraubt, und in deren Schlinge g wird die Flasche gespannt, während man das Ende h in die Klammern a, a festschraubt.

Die Feder kann man aus Stahl oder besser noch aus Fischbein anfertigen, weil diesem die Feuchtigkeit nicht schadet, weßhalb man auch den übrigen Theil aus Messing anfertigt.

h, Fig. 254 ist ein kleiner Kasten, der 6 oder 12 Fläschchen oder Glasröhren mit Korken aufnehmen kann; eine von diesem Fläschchen ist in i dargestellt. Die Fischröhren haben wir schon weiter oben beschrieben. — Wegen der Loupe kann man eine von der im ersten Cap. des 1. Abschnittes von dem Werke dargestellte Form wählen.

Ein anderer guter Flaschenhalter zum Fangen von Infusorien ist in Fig. 256 dargestellt. A ist ein Messingröhrchen mit der cylindrischen Höhlung O, welche einen Draht mit einer Schlinge r aufnimmt. Dieser Draht wird durch die Schraube q mit dem Kopf B festgehalten, und es paßt diese Schraube q in das mit Gewiuden versehene Loch p.

Das Ende der Röhre C wird mit der Angelruthe verbunden. Die Feder r kann auch sehr zweckmäßig aus Fischbein bestehen.

Man verschafft sich die Infusorien am besten aus ihren natürlichen Entstehungs- und Aufenthaltsorten, aus stehenden Gewässern, Teichen, Gräben, Sümpfen; man kann sie dort zu allen Zeiten, selbst im Winter, finden. Die meisten Infusorien und die schönsten Formen derselben erhält man nicht aus sumpfigen, stinkenden Pfützen, sondern aus Quellen und Teichen, in denen sich viele Wasserpflanzen befinden. Wenn man solche Wasserpflanzen ausreißt, die unter Wasser stehenden Theile derselben mit einem Holze, dem Rücken eines Messers 2c. abstreift und das ablaufende Wasser sowohl als das abgestreifte in einem Glase sammelt, kann man immer gewiß sein, eine große Menge Infusorien und verschiedene Arten derselben zu erhalten. Durch dieses Verfahren erhält man auch solche Thiere, welche, wie Vorticellen, Polypen u. s. w., an anderen Thieren oder an Pflanzen festsitzen und nicht frei im Wasser vorkommen. Zum Sammeln wählt man die oben beschriebenen größeren Opodeldokgläser mit weiter Oeffnung oder gewöhnliche kleine Probirröhren, die man mit einem Kork verschließen kann. In denselben Gläsern lassen sich die Infusorien Tage lang aufbewahren.

Will ein schon Geübter gewisse Arten von Infusorien, oder schönere oder größere Formen derselben vorzugsweise erhaschen, so ist es gut, sich auf solchen Jagden mit einer Loupe zu versehen, um den gewonnenen Vorrath damit mustern zu können. Man unterscheidet mit Hülfe derselben die größeren Infusorien ihrer Art nach ziemlich gut und kann die Jagd so lange fortsetzen, bis man den gewünschten Fang gethan hat.

Auch im Winter kann man sich Infusorien verschaffen, wenn man die Wasserpflanzen offener Quellen oder selbst die gefrorener Teiche unter dem Eise hervorzieht und auf die beschriebene Weise behandelt.

Einige Tage kann man, wie erwähnt, die Infusorien in denselben Gläsern lebend erhalten, welche dienen, sie nach Hause zu bringen. Will man sie länger erhalten, so versetze man sie in größere Zukkergläser mit weiter Oeffnung, die man mit frischem Wasser angefüllt und mit leicht gedeihenden Wasserpflanzen, Wasserlinsen und dergl. tapezirt hat.

Man kann sich Infusorien auch künstlich erziehen, wenn man vegetabilische oder thierische Substanzen mit Wasser übergießt und in einem offenen Gefäße an einem warmen Orte längere Zeit sich selbst überläßt.

Will man die Infusorien mikroskopisch untersuchen, so muß man verschiedene Methoden anwenden, je nachdem mehr ihre einzelnen Organe und Körpertheile, oder ihre ganze Form und ihre Bewegungen beobachten will. Im ersteren Falle bringt man sie ganz einfach auf einen gewöhnlichen Objectträger, deckt ein Glasplättchen darüber und untersucht sie sogleich bei einer stärkeren Vergrößerung. Man kann verschiedene Methoden anwenden, um die Infusorien auf den Objectträger zu bringen. Man bringe mit einem Glasstabe einen Tropfen der Infusorien-haltigen Flüssigkeit auf den Objectträger. In diesem Falle ist aber bisweilen die Menge der Infusorien so groß, daß man die einzelnen nicht gehörig beobachten kann. Dies vermeidet man auf folgende Weise: Man bringe neben dem erwähnten Tropfen mit Infusorien einen Tropfen reines Wasser auf den Objectträger und verbinde beide Tropfen durch einen schmalen Canal, den man mit der Spitze eines Messers zwischen ihnen zieht. Sogleich treten einige Infusorien durch den Canal in das reine Wasser über. Unterbricht man nun die Communication durch Abwischen des Canales rc., so hat man mehre Infusorien im Wassertropfen isolirt.

Diese Methode gilt indeß nur für kleinere Infusorien. Um größere Formen derselben isolirt auf den Objectträger zu bringen, verfährt man auf folgende Weise: Man untersuche das die Infusorien enthaltene Glas mit der Loupe, wähle sich auf diese Weise seine Beute und bemerke sich ihre Form, ihren Standort, um sie nachher mit unbewaffnetem Auge wieder auffinden zu können. Dann suche man mit einem Pinsel, dem Bart einer Feder, das gewählte Infusorium zu erreichen und, indem man, es an die Wand des Gefäßes andrückend, langsam nach oben fährt, aus der Fsüssigkeit herauszustreichen; hat man es einmal aus der Flüssigkeit herausgehoben, so kann man es leicht auf den Objectträger bringen. Oder noch besser, man nehme eine dünne Glasröhre, die trichterförmig in eine offene Spitze ausgezogen ist, verschließe die weitere Oeffnung derselben mit dem Daumen und tauche sie in das Gefäß ein. So lange man die obere Oeffnung durch den Daumen verschlossen hält, wird kein Wasser in den Trichter eindringen. Ist man nun mit der Spitze gerade über dem gewählten Infusorium angekommen, so entfernt man den Daumen etwas von der Oeffnung: das Wasser dringt nun mit Gewalt in die Spitze ein und reißt gewöhnlich das Infusorium mit fort. Sobald man das Thierchen in dem kleinen Trichter gefangen hat, preßt man den Daumen wieder auf die obere Oeffnung und zieht das Instrument heraus. Der Druck der Luft verhindert das Ausfließen des Wassers aus dem Trichter. Man läßt nun die Flüssigkeit mit dem Thierchen in ein Uhrgläschen ausfließen und kann dann das Infusorium leicht isolirt auf den Objectträger bringen.

Will man die Bewegungen größerer Infusorien und das Ensemble ihrer Theile, ihres Baues beobachten, so muß man auf andere Weise verfahren.

Hat man ein Mikroskop, das mit einem gewöhnlichen Stiefel, oder, besser noch, mit einem Stiefel, der eine seitliche Oeffnung hat, versehen ist, so steckt man diesen über die Objectivlinse, bringt das Gefäß mit den Infusorien unmittelbar auf den Objecttisch und taucht den Stiefel hinein. Man kann auf diese Weise die Bewegungen der Infusorien sehr schön beobachten, muß sich aber mit schwachen Linsen begnügen, weil man letztere wegen des Stiefels dem Objecte nicht sehr nähern kann. Doch kann man durch Aufstecken stärkerer Oculare die Vergrößerung verstärken.

Noch bequemer ist folgende Methode, bei der man überdies den Stiefel entbehren kann. Man nehme einen Objectträger mit aufgekittetem Glasring und bringe in diesen einige Infusorien mit etwas Wasser. In Ermangelung solcher Objectträger kann man auch einen gewöhnlichen Objectträger dazu benutzen, den man mit einem erhöhten Rand von Siegellack oder Bleiweißfirniß umgeben hat, wie wir sie früher für mikrochemische Untersuchungen empfohlen haben. Begnügt man sich bei der Beobachtung mit schwächern Linsen, so kann man auf den Glasring ein Glasplättchen decken, um das Verdünsten der Flüssigkeit und das Beschlagen der Objectivlinsen zu verhindern. Will man stärkere Vergrößerungen anwenden, so taucht man die Linse unmittelbar in die Flüssigkeit: man darf nicht fürchten, das Mikroskop oder die Linsen dadurch zu beschädigen, da letztere eingekittet sind, also kein Wasser in's Innere des Instrumentes eindringen lassen, nur muß man sie nach dem Gebrauche mit einer reinen Leinwand sorgfältig wieder abtrocknen. Diese Methode gewährt vorzüglich schöne Resultate. Da der Raum hier ein beschränkter ist, kann man bei einiger Uebung durch Verschieben des Objectträgers und schnelle Verände-

rung des Focus den Bewegungen desselben Thierchens längere Zeit folgen.

Um die Mundtheile und Magen der Infusorien zu erkennen, versetze man das Wasser mit etwas Indigo oder Karmin. Diese Farbestoffe werden von den Infusorien gefressen und färben ihre außerdem durchsichtigen und dem Auge gewöhnlich unsichtbaren inneren Theile.

Wer sich specieller mit dem Studium der Infusorien beschäftigen und die einzelnen Arten derselben zu bestimmen wünscht, den müssen wir auf das classische Werk von

Ehrenberg, die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen rc. Leipzig, bei Voß, 1838 mit 64 Tafeln in Folio verweisen. — Der berühmte Verfasser dieses Werkes setzt seine Beobachtungen immer fort und theilt die Resultate derselben in den Monatsberichten und in den Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin mit.

Zu den Wasserthieren, die man auf dieselbe Weise fängt, wie die Infusorien und dann mikroskopischen Untersuchungen unterwirft, gehört auch die Hydra oder der Süßwasserpolyp. Es gehören ferner hierher die Desmidien, sehr niedrig organisirte Pflanzen von höchst eleganter Form, welche ebenfalls nur im süßen Wasser vorkommen, hauptsächlich in Mooren. Endlich muß man auch die Räderthierchen hierher rechnen. Jedoch sind sie Jedem, der sich mit Naturgeschichte beschäftigt, zu bekannt, um einer nähern Beschreibung zu bedürfen.

Um die innern Theile und den Blutlauf der Infusorien deutlicher zu erkennen, ist man auf die Idee gekommen, dieselben mit irgend einem Farbestoff, der in das Wasser gethan wird, zu füttern; auf diese Weise gelang es Ehrenberg, die innere

Structur derjenigen Infusorien zu bestimmen, welchen er **Polygastria** nennt. Um dies zu bewerkstelligen, reibt man etwas grünen Indigo oder Karmin auf einer Glasplatte mit einigen Tropfen Wasser und gießt einige Tropfen von der Farbe in die Zellen, in denen sich die Thierchen befinden. Sind es Vorticellen oder Rotiferen, so werden die Farbentheilchen die vibratorischen Wirkungen der **ciliae**, während andere Theilchen, welche die Thierchen verschlinchen, die verschiedenen Abtheilungen des Speiseccanals färben. Karmin färbt am besten, Saftgrün verzehren die Thierchen am liebsten, Indigo aber am wenigsten. Man muß immer die reinsten Farben wählen.

Fossile Infusorien. — Eine unendliche Menge von Infusorien finden sich im fossilen Zustand, und die Kieselpanzer derselben in so ungeheurer Menge, daß ganze Erd- und Gebirgsschichten, ja ganze Gebirge daraus bestehen, ja in Berlin stehen ganze Stadtheile auf solchen Infusorienschichten, die einen sehr schlechten Baugrund abgeben und Veranlassung waren, daß mehre große Gebäude nach mehren Jahren wieder zusammenstürzten. Zu den am ersten bekannten Infusorienschichten gehört der Tripel von Bilin in Böhmen und das Bergmehl: beide bestehen fast gänzlich aus den Kieselpanzern verschiedener Species von **Navicula** und **Bacillaria**. Neuerlich hat das Festland von Amerika bemerkenswerthe Exemplare von Infusoriensandstein geliefert, der, z. B., bei Richmond in Virginien sich viele Meilen weit in die Länge erstreckt und an manchen Stellen mehr, als 15 Fuß mächtig ist. Die großen Kreidemassen auf vielen Theilen der Erde bestehen hauptsächlich aus kleinen Foraminferen-Muscheln; auch der Feuerstein, der so häufig in der Kreide vorkommt, besteht aus Thierresten, und man findet in demselben Fischschup-

pen, Spiculae, von Spongien, Xanthidien, Muscheln verschiedener Art und viele kleine Zoophyten.

Eine mit den fossilen Infusorien in Verbindung stehende, sehr bemerkenswerthe Thatsache ist die, daß die meisten von diesen Formen auch noch im lebenden Zustande vorkommen. Die in Richmond fossil gefundenen Coscinodisci finden sich auch in den englischen Meeren, sowie auch in dem Guano an der afrikanischen und amerikanischen Küste, und endlich in dem Magen der Austern, der Kammmuscheln und anderer Mollusken an den Nordseeküsten.

Funfzehntes Capitel.

Classication der wichtigsten mikroskopischen Objecte.

Zum Vortheil Derer, die sich mit irgend einem von den verschiedenen Zweigen der Naturgeschichte beschäftigen und Untersuchungen mit den Gegenständen derselben anstellen wollen, sei es nun als eigentliche Naturforscher oder als Dilettanten, theilen wir hier eine Classification der verschiedenen wichtigsten Pflanzen- und Thierstoffe mit, welche unter dem Mikroskop untersucht werden können. Da die Pflanzenstoffe weit leichter untersucht werden können, als die animalischen, da sie einer weit minder sorgfältigen Präparation bedürfen, so beginnen wir hier mit einer Classification der am meisten charakteristischen Objecte des Pflanzenreichs zur Erläuterung der Pflanzenphysiologie.

Pflanzenstoffe.

Präparate von Pflanzenstoffen werden hauptsächlich durch Auseinanderreißen, durch Maceration oder durch Dissection erlangt, während man andere im natürlichen Zustande untersuchen kann.

Cuticulum oder Oberhaut. — Die Oberhaut der Stängel, Blüthen oder Blätter kann auf die weiter oben beschriebene Weise entfernt werden, indem man einen kleinen Theil zwischen die Messerklinge und den Daumen nimmt und sie dann in der Richtung abzieht, in welcher die Trennung am leichtesten möglich ist. Die Untersuchung kann entweder trocken oder in einer Flüssigkeit vorgenommen werden; sind sie nur wenig gefärbt, trocken oder in Balsam. Einige wenige der am meisten lehrreichen Objecte erhält man von den folgenden Pflanzen:

Pelargonium,	**Deutzia,**	**Oncidium,**
Geranium,	**Nepenthes,**	**Opuntia vulgaris,**
Anagallis,	**Oleander,**	**Agave Americana.**

Zellgewebe. — Dieser Pflanzentheil geht mehr, als jeder andere in die Zusammensetzung der vegetabilischen Structuren ein; man kann es sehr leicht von reifen Beeren, wie Erdbeeren und Himbeeren, und auch von Pfirsichen erhalten; von andern Pflanzen kann man es durch Maceration erlangen, und die Form der einzelnen Zellen zeigt sich in verticalen und horizontalen Durchschnitten. Das folgende Verzeichniß enthält die interessantesten Varietäten:

Querschnitte von Hollundermark,
- - **Filix mas,**
- - **Lilium candidum** (Blatt),
- - der Reispapierpflanze,

Fleisch von der Erdbeere,
- - - Himbeere,

Fleisch von der Pfirsiche,
- - - Orange,
Haare von der **Tradescantia**,
- - dem Kreuzkraut,
- - der Baumwollpflanze.

Faserige Zellgewebe. — Dieses sehr elegante Gewebe, welches aus einer Zelle besteht, in deren Innerm sich eine Spiralfaser aufgewunden hat, findet sich in dem **Sphaguum** oder Sumpfmoos; in einigen Orchidaceen-Pflanzen aber bestehen die Blätter fast ganz daraus, und man erlangt die Zellen entweder durch Maceration oder durch Section; die besten Beispiele geben die folgenden Pflanzen:

Sphagnum, **Cobaea scandens**, **Pleurothallis angustifolia.**

Eine Modification dieser Form von Gewebe findet man in den Testen mancher Samenarten; ein Theil davon von den folgenden Samen, wenn sie angefeuchtet werden, zeigt sich in der Zelle und der Faser auf die schönste Weise:

Salvia, Collomia grandiflora, Collomia linearis, Acanthodium.

In den Elaterien der **Jungermaunia** findet sich eine ähnliche Art von Geweben.

Spiralgefäße. — Man erlangt dieselben entweder durch Maceration und darauffolgende Section, oder durch senkrechte Schnitte der Pflanzenstängel. In manchen durchsichtigen Blättern kann man sie in situ beobachten, oder man kann sie auch mit der Oberhaut trennen. Sehr gute Beispiele geben die folgenden Pflanzen:

Cactus speciosa,	Zunderschwamm,	Lauch,
Cactus opuntia,	Hyazinthe,	**Lycopodium**,

Rhabarber,	**Nepenthes,**	**Canna bicolor,**
Mexicanische Lilie,	**Asparagus,**	**Palme.**

Canäle verschiedener Art. — Diese können, wie die Spiralgefäße, aus weichen Stängeln oder Wurzeln, nach der Maceration ausgeschnitten, oder sie können an senkrechten und horizontalen Schnitten von dichterm Gefüge untersucht werden; einige von den folgenden Pflanzen zeigen die interessantesten Beispiele:

Pteris aquilina,	**Elaterium,**	**Phoenix dactylifera,**
Rhabarber,	**Dahlia,**	**Opuntia vulgaris.**

Holzfasern. — Obgleich dieselben rein zellig sind, so sind sie doch weit fester und elastischer, als die gewöhnlichen Formen dieses Gewebes; die Wandungen der Zellen sind meistentheils formlos, während andere mit kleinen Zeichen, oder mit drüsenartigen Erhöhungen, wie, z. B., bei den Coniferen bedeckt sind. Die Zellen der Holzfasern können an senkrechten und horizontalen Schnitten untersucht werden; sie können nach langer Maceration, oder durch das Hecheln bei'm Flachs und Hanf von andern deckenden Geweben getrennt werden. Bei'm Hanf sind sie am einfachsten, da in Durchschnitten alle ihre Eigenthümlichkeiten untersucht werden können. Die folgenden geben sehr charakteristische Beispiele:

Flachs,	Lamellen von **Araucaria excelsa,**
Neuseeländer Flachs,	- - **Ephedra,**
Chinesisches Glas,	- - Dattelpalmenholz,
Hanf,	- - **Drimys Winteri,**

Lamellen von Fichtenholz,	Lamellen von Nepalholz,
- - Eibenbaum,	- - Cedernholz.

Das folgende Verzeichniß von Holzscheiben, die von Herrn Topping *) auf die weiter oben beschriebene Weise präparirt worden sind, dienen dazu, die Structur und die Einrichtung der wichtigsten Gewebe zu erläutern:

Eiche,	Weinrebe,	Malaccarohr,
Taxus,	Linde,	Wangheerohr,
Schottische Tanne,	Ceder,	Bambus,
Weymouthskiefer,	Korkeiche,	Zuckerrohr,
Kiefer,	Ulme,	Binsen,
Norfolkkiefer,	Weide,	Equisetum,
Mahagony,	Pappel,	Pteris aquilina,
Cobaea scandens,	Rohr,	Drachenpalme,
Erle,	Drachenrohr,	Chines. Reispapier.
Ind. Reispapier,	Wurzel von Stechginster,	Wurzel v. Ulme,
Mark von Hollunder,	- von Wein,	- von Eiche,
Wurzel von Stachelbeeren,	- v. Mimosa,	- v. Apfelbaum.
- von Sycomore,	- von Hollunder.	

Fossile Hölzer. — Durchschnitte derselben werden von dem Steinschleifer nach derselben Richtung gemacht, wie die der lebenden Hölzer, und zeigen sehr bemerkenswerthe Strncturen; die Holzfasern und zuweilen die Gefäße sind eben so vollkommen

*) Herr Topping in London, sowie Herr Pritchard daselbst, hat eine Niederlage naturhistorischer Gegenstände, beschäftigt sich mit mikroskopischen Präparaten, und auch Ehrenberg erwähnt ihn achtungsvoll.

in denselben, als bei manchen lebenden Stämmen. Sehr schöne Exemplare kommen von folgenden Fundorten:

Endogene	.. Ostindien,	Exogene	.. Harwich,
-	.. Antigua,	-	.. Insel Wight,
Exogene	.. Antigua,	-	.. Neu-Holland,
-	.. Australien,	-	.. Oldenburg,
-	.. Dudley,	-	.. Warwick,
-	.. Egypten,	-	.. Van Diemensland 2c.
-	.. Honduras.		

Kieselige Oberhaut. — Man erhält diese von den folgenden Grasstängeln auf die weiter oben beschriebene Weise durch die Einwirkung von Säure. Sie zeigen das bei dieser Pflanzenfamilie so charakteristische Vorkommen von Kieselerde, die ein so herrliches Object für das polarisirte Licht giebt:

Equisetum,	Haferstroh,	Roggen,
Weizenstroh,	Hafer,	Malaccarohr,
Weizen,	Canarienstroh,	Drachenrohr,
Gerstenstroh,	Canariensamen,	Wangheerohr,
Gerste,	Roggenstroh,	Bambusrohr.

Hiermit vereinigen wir eine Liste von Haaren gewisser Pflanzen, welche gleich den obenbeschriebenen Artikeln mit einer schützenden Haut von Kieselerde versehen sind:

Blätter von **Deutzia**, **Durio**, **Elaeagnus**, Oliven.

Haare. — Diese befinden sich hauptsächlich an der untern Fläche der Blätter, auf Stämmen oder auf einigen Theilen der Blüthen; im Allgemeinen sind es undurchsichtige Gegenstände. Manche der größern Arten können abgenommen und alsdann in einer Flüssigkeit oder in Canadischem Balsam aufbewahrt werden. Einige der interessantesten Varietäten sind die folgenden:

Blätter von **Deutzia**, **Borago officinalis**,
Anchusa tinctoria, **Dolichos pruriens**,
- **angustifolia**, **Elaeagnus angustifolia**,
Althaea, **Acanthodium**,
Durio zibethinus,
Nepenthes,
Dorstenia,
Verbascum.

Pollen. — Alle dunkeln Arten müssen von Canadischem Balsam aufgenommen werden, wogegen man die durchsichtigern in einer Flüssigkeit oder trokken untersucht; einige bemerkenswerthe Beispiele sind die folgenden:

Acacia armata, **Fuchsia globosa**,
Anagallis arvensis, **Geranium Robertianum**,
Calla Aethiopica, Guernsey-Lilie,
Campanula, **Iris foetidissima**,
Convolvulus major, Jasmin,
- **minor**, **Lychnis**, rothe,
Peruvianischer Balsam,
Polygonum orientale,
Schildblume,
Sedum acre,
Tigerlilie,
Tulpe.

Stärke. — Die Stärkekörnchen werden von einer Menge Pflanzen, durch wiederholtes Waschen in kaltem Wasser dargestellt; die vom Weizen, Reis, Salep, Kartoffeln und Canna gehören zu den gewöhnlichsten, und viele bilden einen Handelsartikel. Die Objecte werden trocken in eine Zelle von dünnem Glase oder Papier und so aufbewahrt, daß das Deckglas nur wenig auf die Körner drückt; ebenso bildet die Stärke auch schöne Objecte im polarisirten

Lichte. Die Untersuchung der Substanz unter dem Mikroskop und eine genaue Kenntniß des Ansehens sind von großer Wichtigkeit, um Betrügereien zu verhindern, die mit der Stärke häufig vorgenommen werden, indem man sie mit geringern Sorten, als die verlangte, oder mit Substanzen vermengt, die weit wohlfeiler sind. Folgende sind die bemerkenswerthesten Abänderungen:

Salep,	Mais,	Sago,
Desgl. ostindischer,	Isländ. Moos,	Tapioca,
Desgl. -	Kartoffeln,	Canna,
Pulver von der Flaschenbaumfrucht,	Reis,	Weizen.

S a m e n. — Diese werden gewöhnlich als undurchsichtige Objecte behandelt und mit geringer Vergrößerung untersucht; einige von der Familie der Orchideen und die sogenannten „geflügelten" Samen werden in Canadischem Balsam und als durchsichtige Objecte untersucht. Die interessantesten Arten sind die folgenden:

Anagallis,	**Dandelion,**
Anethum,	**Eremocarpus,**
- **graveolens,**	Geisfuß,
Gelbe Rübe,	Blaue Lupine,
Collomia grandiflora,	Rothe **Lychnis,**
Orchis macula,	**Mignonetta,**
- **bifolia,**	Sauerampfer,
Sycomore,	**Verbena.**

F a r r e n. — Die für die mikroskopische Untersuchung wichtigsten Theile dieser merkwürdigen Pflanzenfamilie sind die Erzeugungsorgane oder **Sporangia**, welche am untern Theile der Wedel befindlich sind; sie bestehen aus gelblichbraunen Kapseln, in denen der Samen oder die Sporen befindlich sind.

Man muß die Farren sammeln, ehe die Kapseln ganz reif sind. Nach einem sorgfältigen Trocknen werden kleine Theile des Wedels mit den Sporulen mittelst irgend eines Kittes an eine Scheibe befestigt, und die platten Arten legt man mit Canadischem Balsam zwischen Glas. Die Samenkapseln werden am besten als undurchsichtige Objecte behandelt und mit einer Vergrößerung von 40= bis 100fachem Durchmesser und bei einer Beleuchtung mit dem Lieberkühn'schen Spiegel und mit dem Seitenreflector untersucht. Uebrigens sind alle Farren gleich gut zu dieser Untersuchung geeignet.

Stacheln, Sporen. — Dieselben sind dem Samen in andern Pflanzen analog und müssen entweder als undnrchsichtige oder durchsichtige Objecte behandelt werden und zwar mit einer Vergrößerung von 2= bis 300fachem Durchmesser. Es gehört die ganze Farrenfamilie dazu, so wie auch die folgenden Species und Genera besonders charakteristisch sind:

Adiantum nigrum,
- capillus veneris,
Aspidium aculeatum,
Davallia Canariensis,
Grammitis ceterach,
Hymenophyllum Tunbridgense,
Hymenophyllum Wilsoni,
Lomaria spicans,
Lycopodium,
Pteris elegans,
- hastata,
Polypodium vulgare,
Scolopendrium vulgare,
Todea Africana.

Raphides (Nadeln). — Es sind dies krystallinische Körpern im Innern der Pflanzen, die zuweilen eine nadelförmige Gestalt haben, woher auch ihr Name rührt; ein ander Mal kommen sie in Octaedern oder in sternförmigen Büscheln vor. Verschiedene Varietäten sind die folgenden:

Aloë,	Wallnuß,	Türk. Rhabarber,
Apfelbaum,	Linde,	Engl. -
Cactus opuntia,	Zwiebel,	Meerzwiebel,
Weinreben,		Tulpe.

Harte Pflanzensubstanzen. — Diese erfordern eine Präparation, wie Knochen und Muschel, zuweilen mittelst der Schneidemaschine, am häufigsten aber durch Schleifen auf einem Stein, indem man dickere Scheiben mit der Säge abschneidet und sie dünn schleift. Eine eigenthümliche Art von griesigem Gewebe findet man bei dem Birnbaum und erlangt sie durch Schnitte oder durch Maceration. Einige der interessantesten Arten sind die folgenden:

Birn,	Stein von Tamarinden,
Kern von Aprikosen,	Schalen von der Brasiliennuß,
- - Kirschen,	- - - Cacaonuß,
- - Damsonia,	- - - Haselnuß,
- - Datteln,	- - - Elfenbeinnuß
- - Pfirsichen,	- - - Wallnuß,
- - Pflaumen,	Tannenzapfen.

Moose. — Nächst den Farren ist die Structur der Moose von höchstem Interesse. Die am häufigsten untersuchten Theile sind die Blätter und die Samengefäße mit ihren verschiedenen Anhängen, nämlich Zähne, calyptra und operculum. Manche Moose können, nachdem sie befeuchtet und zwischen Papier getrocknet worden sind, in Balsam aufbewahrt werden; andere, von denen man das operculum entfernt hat, werden auf die beschriebene Weise an Scheiben befestigt, und eine Species in'sbesondere Funaria hygrometrica zeigt, wenn sie auf diese Weise befestigt, die Bewegung der Zähne, sobald man dagegen haucht. Die Blätter von Sphagnum oder Sumpfmoos zeigen eine zellige Structur mit einer Spiralfaser, rings um das Innere einer jeden Zelle gewunden. Die Blätter einer Species von Splach-

num und **Hookeria** sind wegen ihres eleganten Ansehens bemerkenswerth. Die folgenden **genera** enthalten die interessantesten Varietäten:

Bryum,	**Hookeria**,	**Sphagnum**,
Dicranum,	**Hypnum**,	**Tortula**,
Funaria,	**Orthotrichum**,	**Trichostomum**,
Gymnostomum,	**Polytrichum**,	**Weissia**.

Algen. — Dieselben finden sich sehr häufig sowohl in Meeres-, als auch in süßen Gewässern; manche derselben bilden interessante Objecte für mikroskopische Untersuchungen, besonders die im Meere vorkommenden, die so häufig mit Zoophyten verschiedener Art bedeckt sind, deren rauhe Arme und deren innerer Bau Objecte vom äußersten Interesse bilden. Jedoch würde es hier viel zu weit führen, auch nur die wichtigsten Varietäten einer jeden Classe namhaft machen zu wollen.

Verschiedene Structuren von faserigem Charakter. — Zur Vergleichung bekannter mit unbekannten Fabricaten von thierischen und vegetabilischen Materialien muß man mit verschiedenen Arten vegetabilischer Fasern, wie Flachs, Hanf oder Baumwolle, und von thierischen Stoffen, wie Seide, Haare oder Wolle, versehen sein. Einige derselben werden als undurchsichtige Objecte behandelt, andere dagegen werden mit durchfallendem Lichte untersucht. Auf diese Weise fand man, z. B., daß die Einwickelung der ägyptischen Mumien aus Leinen und die der peruvianischen aus Baumwolle bestanden, indem man den leinenen Faden durch seine Festigkeit und durch seine cylindrische Form, den baumwollenen aber durch seine platte Gestalt erkannte. Die Structur der Seide und der Haare ist von der des Leinens und der Baumwolle weit verschieden, und es ist daher für Weberei die Kenntniß

derselben von größter Wichtigkeit, indem man mittelst des Mikroskopes beweisen kann, ob irgend ein Material betrügerischer Weise in ein bestimmtes Fabricat eingewebt worden ist. Die instructivsten Materialien dieser Art sind die folgenden *):

Flachs,	Baumwollengras,
neuseeländischer Flachs,	chinesisches Gras,
Hanf,	rohe Baumwolle,
Indischer Hanf,	cardirte Bvumwolle,
Cambric,	Schießbaumwolle,
rohe Seide,	Mousselin,
gesponnene Seide,	Schafwolle,
Florettseide,	Tuch,
Spitzenstrauch,	Filz,

Zeug von den ägyptischen Mumien,
- - - peruanischen -
- - Tahiti,
- - den Sandwich-Inseln,
Haare und Wolle vom Biber,
- - - Kaninchen,
- - - Ziegen,
Byssus von einer **Pynna**,
- - Muschel.

Animalische Stoffe.

Präparate von thierischer Structur werden auf sehr verschiedenem Wege erlangt, jedoch ist in fast allen Fällen mehr oder weniger Section dabei erforderlich. Wir wollen in dem Folgenden die wichtigsten Beispiele aus den verschiedenen Thierclassen aufführen.

---

*) Dr. Oschatz in Dingl. Journ., Bd. 110. S. 342 rc.

Kieselpanzer von lebenden und fossilen Infusorien. — Man kann dieselben von verschiedenen Fundorten erlangen, und da dieselben der Einwirkuug starker Säuren widerstehen, so kann man sie damit auf die oben angegebene Weise behandeln. Sie werden in Balsam oder in einer Flüssigkeit aufbewahrt, die zarten aber zu Probeobjecten trocken. Hunderte von lebenden und fossilen Infusorien aufzuführen, würde hier am unrechten Orte sein, da sich ein Jeder solche Objecte aus seiner nächsten Umgebung verschaffen kann.

Manche andere Arten von Infusorien, deren Körper entweder weich ist, oder nur wenig Kiesel enthält, kann in einer der oben beschriebenen präservativen Flüssigkeiten aufbewahrt werden, und es paßt dazu Glycerin oder mehre von den oben angegebenen Gemischen. Die angewendeten Zellen müssen aus dem feinsten Glas oder aus Lack bestehen, und man muß eine starke Vergrößerung zu ihrer Untersuchung anwenden. Manche Species von den nachstehend verzeichneten Geschlechtern können in einer Flüssigkeit, und einige derselben in canadischem Balsam aufbewahrt werden:

Achnanthes,	Coscinodicus,	Gomphonema,
Achinocyclus,	Doxococcus,	Gonium,
Arthrodesmus,	Enchelys,	Hydatina,
Bacillaria,	Euastrum,	Meridion,
Brachionus,	Euglena,	Navicula,
Closterium,	Fragillaria,	Paramecium,
Cocconema,	Gallionella,	Pyxidicula,
Stentor,	Trichoda,	Volvox,
Synedra,	Vibrio,	Xanthidium.

Schwämme. — Diese niedrig organisirten Thiere finden sich sowohl im Meeres-, als auch im süßen Wasser an allen Puncten der Erde, und es

sind manche derselben sehr klein, so daß sie ohne vorherige Präparirung untersucht werden können, während andere dagegen gebrannt, oder mit Säure behandelt werden müssen, wenn sie die kleinen Kieselmassen, spicula genannt, zeigen sollen. Es bilden dieselben das Skelett, sowie auch andere Massen von demselben Material, welche in den Bauch der jungen Schwämme oder gemmulae eingehen. Die Schwämme in den mitteleuropäischen Gewässern enthalten sehr viel gemmulae, allein die spiculae sind meistentheils nadelförmig. In manchen Meeresspecies, besonders in denen aus Australien, Neuseeland und aus der Algoa-Bucht kann man sehr bemerkenswerthe Exemplare von beiden erlangen. Obgleich bereits eine Menge Schwämme mikroskopisch untersucht worden sind, so können wir hier doch nur wenige wohlbekannte genera namhaft machen.

Geodia Mulleri,	Spongilla fluviatilis,
Halichondria panicea,	Pethea cranium,
Pachymatisma Johnstoniana,	- lyncurium.

Der wohlbekannte Topping in London liefert 11 Varietäten von spiculae und 7 Varetäten von gemmulae; ebenso ein Exemplar von Kieselschwamm und 5 verschiedene Schwämme in Feuerstein.

Alcyonium. — Den Schwämmen sehr nahe verwandt ist eine Zoophyten-Familie, die Alcyoniden, welche oft ein eigenthümliches Leben haben. Die äußere Haut ist zäh und hat überall erhabene achtstachlig sternförmige Figuren, von denen die Tentakeln der Polypen, ebenfalls 8 an der Zahl, oft ausgehen. Die Zellen für die Polypen liegen unmittelbar unter der Haut und sind die Enden eines langen Wassercanals, der durch den ganzen Polypenbau geht. Der Raum zwischen den Röhren wird von einem losen, faserigen Netzwerk eingenommen, dessen Fasern an einigen Puncten mehr als an andern

ausgefüllt sind und welche mehre Abtheilungen bilden. Alle Zwischenräume sind mit einer durchsichtigen Gallerte ausgefüllt, in welcher zahlreiche krystallinische unregelmäßige spiculae eingeschlossen liegen. Die spiculae sind kalkig, meistens kruezförmig und an den Seiten gezahnt. Man erhält sie in dünnem Schiefer durch Maceration, oder indem man einen großen Theil des Thieres über einer Spirituslampe verbrennt. An der britischen Küste finden sich die folgenden drei Arten:

Alcyonium digitatum, A. glomeratum, Sarcodictyon catenata.

Gorgonia. — Verwandt mit der vorhergehenden Zophytenfamilie sind die Gorgoniadeen, welche ebenfalls viel spiculae von sehr verschiedenartiger Form enthalten. Sie haben oft eine schöne blaßrothe Farbe, und bilden, in canadischem Balsam aufbewahrt, sehr interessante Objecte. In den britischen Meeren kommen folgende Species vor:

Gorgonia verrucosa; G. pinnata; G. Placonius; G. aneps; Primnoa lepadifera.

Korallen. — Diese werden am besten in horizontalen und verticalen Scheiben untersucht; ist bloß die thierische Materie erforderlich, so müssen die Schnitte in Hydrochlorsäure, welcher das 5 oder 6fache Volum Wasser zugesetzt ist, macerirt werden.

Zoophyten. — Wer am Meere wohnt und im Besitze eines Mikroskopes ist, hat sehr häufig Gelegenheit, einige von diesen höchst eleganten Thierformen zu untersuchen. Kaum giebt es ein Stück Seegras, oder ein Muschelstückchen, welches nicht der Wohnplatz von einigen Gliedern dieser interessanten Familie ist. Der Wohnplatz einiger ist der tiefe Ocean, während andere an Puncten leben, die hoch liegen und bei jeder Fluth trocken bleiben. Die Bewohner der tiefen Gewässer werden bei'm Bag-

gern gefangen, während die in seichten vorkommenden sehr leicht gesammelt werden können, da sie, wie gesagt, an Seegras, an alten Muscheln oder Kieseln hängen. Zu den gewöhnlichsten Species gehören:

Plumularia, Sertularia, Tubularia und Bowerbankia.

Insecten. — Diese Abtheilung des Thierreiches liefert dem Mikroskopiker die zahlreichsten und vielleicht die schönsten Objecte, da fast jeder Theil eines Insectenkörpers irgend eine bemerkenswerthe Structur zeigt. Die folgende Uebersicht weis't einige Insecten nach, bei denen gewisse Theile und Organe am besten untersucht werden können.

Antennen.

Maikäfer,	Mücke,	Staphylinus,
Kellerassel,	Mückenfliege,	Bärmotte.

Eier.

Schmeißfliege,	Heimchen,	Abtrittmotte,
Kohlschmetterling,	Kleidermotte,	Spinne,
Kellerassel,	Elstermotte,	Wasserskorpion.

Elytra.

Buprestis,	Dermestes,	Moschuskäfer,
Maikäfer,	Diamantkäfer,	Notonecta,
Cicindela germanica,	Dyticus,	Rosenkäfer
- maritima,	Mantis,	Einhornskäfer.

Die elytra der verschiedenen Arten von Diamantkäfern gehören zu den glänzendsten aller undurchsichtigen Objecte, und manche wären noch schöner, wenn man sie in einer starken Zelle mit canadischem Basam aufbewahrt, während andere viel von ihrem Glanze verlieren, wenn man sie auf diese Weise behandelt. Um zu sehen, ob ein Elytron durch den Balsam verbessert wird, muß einer von den Füßen

oder irgend ein Theil, der mit einigen von den iri-
sirenden Schüppchen versehen ist, mit Terpenthin be-
rührt werden. Nimmt der Glanz zu, so muß man
das Object in Balsam einlegen; werden dagegen
die Farben vermindert, so muß man es trocken
an eine Scheibe befestigen oder in eine Zelle legen.
Die elytra einiger Käfer kann man, nachdem
man sie in Aetzkali erweicht hat, wie gewöhnliche
Objecte zwischen flache Gläser legen und kann sie
alsdann sehr gut untersuchen.

Eier der Insecten, Arachniden und Cru-
staceen. — Diese sind in sehr vielen Puncten von
denselben Organen in den höheren Thierklassen ver-
schieden, und es besteht jedes Auge aus einer Zu-
sammenhäufung von mehren hundert Linsen in einer
einzigen Gruppe. Spinnenaugen bestehen dagegen
aus einer einzigen Linse, und um diesen anscheinenden
Mangel auszugleichen, haben sie in verschiedenen
Species 7 bis 12 Augen. Einige wenige Insecten-
geschlechter sind mit 2 oder 3 einzelnen Augen am
Vordertheil des Kopfes versehen. Die Form der
Linsen ist stets so, daß sie ohne Raumverlust in ein-
anderpassen; die gewöhnlichste Form ist die 6seitige
und bei einigen Crustaceen die quadratische. Die
äußere Form des Auges kann bei allen Insecten als
undurchsichtiges Object in der Höhle beobachtet wer-
den, allein die Untersuchung der einzelnen Linsen er-
fordert Maceration und Dissection, um das viele
Pigment zu entfernen; man kann sie trocken, in ei-
ner Flüssigkeit, oder in Balsam aufbewahren.

Einige der bemerkenswerthesten Objecte liefern
die folgenden Thiere:

Biene,	Heimchen,	Krabbe,
Rothfliege,	Drachenfliege,	Sphinx Ligustri,
Schmetterling,	Brunnenfliege,	Spinne,

Cicindela, Stubenfliege, Hirschkäfer,
Bachkrebs, Hummer Wasserskorpion.

Füße der Insecten rc. Es können dieselben als undurchsichtige Objecte untersucht werden, wenn sie an Scheiben befestigt sind, oder bei durchfallendem Licht in einer Flüssigkeit, oder in canadischem Balsam; das Letztere ist im Allgemeinen das Zweckmäßigste. Bemerkenswerthe Beispiele zur Untersuchung der Insecten liefern die folgenden Geschlechter:

Schmeißfliege, Asilus, Diamantkäfer,
Stubenfliege, Biene, Dyticus marginalis, Männchen,
Brunnenfliege, Wespe, Acilius sulcatus, Männchen,
Sägenfliege, Spinne, Chrysis ignita.

Haare der Insecten rc. — Dieselben werden entweder in einer Flüssigkeit, oder trocken untersucht; bei einigen Spinnen sind die Härchen verzweigt, und bei den Larven mancher Insecten mit Stacheln besetzt oder gefedert. Einige der interessantesten von diesen Letztern findet man auf dem Körper und den Füßen des ganzen Krabbengeschlechtes; aber auf der flabella, welche in der Branchhialkammer befindlich ist, zeigen sich die meisten und eigenthümlichsten Haare; die meisten sind gekrümmt und mit zahnartigen Auswüchsen von der convexen Seite versehen, welches den Zweck hat, die Blätter der Branchien von einander zu trennen, damit Wasser hinein gelangen könne. Die bemerkenswerthe Structur der kleinen Haare der Larven von Dermestes zeigt Fig. 259, 1,2,3. Früher war dies ein Probeobject und ist daher sehr genau dargestellt. Die interessantesten Objecte sind die folgenden:

Acilius sulcatus,
Biene, Dermester larva, Krebs, flabella,

Krabbe, Scheer. Diamantk., Fuß, Krebs, Schwanz,
Mücke, Flügel, Goldwurm,
—, flabella, Herkuleskäfer, Taschenkrebs,
Kl. eßb. Grabbe, Larve der Tigermotte, Spinne,
—, flabella, Larve der Tussockmotte, Hirschkäfer.

Theile, und die Mundöffnung der Insecten ꝛc. — Einige derselben, wie die Kiefern der Käfer und Spinnen und die probosces der Curculionidae, erfordern nur eine geringe Präparirung und können auf Scheiben als undurchsichtige Gegenstände untersucht werden, während andere, wie die probosces und die Stacheln der Fliegen und Bienen, keiner geringen Geschicklichkeit bedürfen, um so zweckmäßig, als möglich, hervorzutreten. Dünn und durchsichtig können sie in einer Flüssigkeit, dick und undurchsichtig in Balsam aufgenommen werden. Bei dieser letzteren Art der Präparation müssen alle probosces oder Stacheln, während sie noch weich sind, secirt und dann in einer zweckmäßigen Stellung auf ein Täfelchen zum Trocknen gelegt werden; denn wenn man sie frisch sogleich in Balsam legt, so erlangen sie im Allgemeinen ein milchartiges Ansehen. Die wichtigsten Varietäten sind die folgenden:

Ameise, Heimchen, Schmettrl., proboscis,
Asilus-Fliege, Empis-Fliege, Rhingia,
Biene, Floh, Sägenfliege,
Schmeißfliege, Mücke, Skorpionfliege,
Botfliege, Horniß, Spinne,
Wanze, Stubenfliege, Tabanus,
Chamäl.fliege, Ixodes, Zecke,
Cicaden, Motte prob., Wespe.

Schmarotzer-Insecten. — Wenn man dieselben gefangen hat, so muß man sie in Spiritus oder Wasser setzen, um sie zu tödten; die sehr durchsichtigen kommen in eine Flüssigkeit, wozu Glycerin oder die Goadley'sche Auflösung am zweckmäßig-

ſten ſind, obgleich manche Beobachter Biberöl vorziehen. Sind aber die Objecte dieſer Art ſehr undurchſichtig, ſo muß man ſie trocknen und in canadiſchem Balſam aufbewahren; einige von den größeren Arten, wie die verſchiedenen Species von Ixodes, mit eigenthümlichen Werkzeugen zum Anhängen an die Haut, werden auf Scheiben befeſtigt und als undurchſichtige Objecte unterſucht. Man hat dieſe Inſecten auch Epigoa genannt, da ſie auf der äußern Haut der Thiere vorkommen, und im Gegenſatze zu der Entozoa genannten Thierklaſſe, welche die Eingeweide bewohnen. Die Schmarotzerthiere ſind außerordentlich zahlreich, da kaum ein höheres Thier von ihnen befreit iſt. Wir können daher nur einige, wenige höhere Thiere anführen; deren Schmarotzer hauptſächliche Objecte für mikroſkopiſche Unterſuchungen, geben können:

Albatroß,	Igelfloh,	Kaninchen,
Boa,	Maulwurfsfloh,	Krähe,
Wanze, exuvia,	Meerſchweinchen,	Schnecke,
Cariama,	Pferd,	Schlange,
Katze,	Blattwanze,	Storch,
Hund,	Ornithorhynchus,	Schwalbe,
Adler,	Rebhuhn,	Zecke des Hundes,
Fledermausfloh,	Pfau,	Zecke des Rindes,
Bettfloh,	Pediculi humani,	Zecke des Stinkthrs.,
Katzenfloh,	Schwein,	Zecke des Schafes.
Hundefloh,	Taube,	Geier,
	Faſan,	Waſſ.ratte.

Manche ſehr kleine Inſecten, Aphides genannt, finden ſich ſehr häufig auf den meiſten Pflanzen, deren Blätter ſie ſehr ſchnell beſchädigen und zerſtören.

Andere dagegen, die man **Cynips** genannt hat, sind die Ursachen gewisser Auswüchse auf den Blättern der Pflanzen und Bäume, die man Galläpfel nennt. Die bekannten Galläpfel an der Eiche entstehen durch **Cynips quercus**, und diese geben im reflectirtem Lichte ein treffliches Object; dasselbe läßt sich von dem Insecte des sogenannten Rosenapfels sagen. Um die **Cynips** von diesen Pflanzenauswüchsen zu sammeln, müssen sie, sobald sie reif sind, abgeschnitten und in einer Büchse, die einen Gazedeckel hat, aufbewahrt werden. Nach einigen Tagen und selbst erst nach mehren Wochen kommen aus dem Apfel Insecten hervor, aus einem einzigen Gallapfel oft Hunderte, von denen aber nur wenige schöne Farben zeigen, während die andern schwarz sind, die man alsdann wegwirft. Man kann sich die gefärbten Fliegen von folgenden Pflanzen und Bäumen sehr leicht verschaffen:

Cynips von der Aesche,	**Aphis** von dem **Geranium**,
– = = Eiche,	– vom Hopfen,
– = = Rose,	– von der Kartoffel,
– = = Sycomore	– von der Rose.

Eine andere Familie kleiner Insecten ist unter dem Namen **Acari** bekannt. Dahin gehört die Käsemilbe mit ihren 8 Füßen als das gewöhnlichste Beispiel. Sie bohren sich in die weichen Theile und finden sich nur zuweilen an der Oberfläche. Nur eine Species ist dem menschlichen Körper eigenthümlich, andere dagegen gewissen Thieren. Mit den **Acari** können wir auch noch ein anderes Schmarotzerthier erwähnen, die sich in dem Talghäutchen finden; die im menschlichen Körper hat man **Entozoon folliculorum** genannt. Wir theilen die Namen einiger Species von beiden Arten mit:

Acarus autumnalis (Blattwanze),	**Entozoon folliculorum** (Hund).

Acarus domesticus (Käsemilbe),	Entozoon folliculorum (Pferd),
Acarus scabiei (Krätzmilbe),	Entozoon folliculorum (Mensch).

Aufsuchung der Krätzmilben. — Um die Krätzmilbe (Acarus scabiei) aufzusuchen und zu beobachten, wähle man solche Krätzkranke, welche noch keiner Behandlung unterworfen worden sind, und nicht schon gar zu lange, d. h. wochen- oder monatelang, an der Krankheit leiden, weil bei solchen durch das anhaltende Jucken und Kratzen die Milben schon zerstört worden sind.

Man findet die Krätzmilben unter den erwähnten Bedingungen am häufigsten an den Händen, seltner an den Füßen. Untersucht man die Pusteln an den Händen, namentlich zwischen den Fingern, bald nach ihrer Entwicklung, so findet man an einzelnen derselben an ihrer Spitze oder auch an ihrer Seite einen kleinen Punct, der einem kleinen Flohstiche ohne den rothen Hof gleicht. Bisweilen ist dieser Punct etwas im Halbzirkel verlängert und steht auf einem kleinen weißlichen Flecken. An anderen weiter entwickelten Pusteln bemerkt man eine von diesem Puncte ausgehende schwärzliche oder weißliche Linie, welche bald von der Spitze der Pustel nach ihrem Rande hingeht, bald die Pustel diametral durchschneidet. Diese punctirte Linie scheint eine Art von bedecktem Gang in der Epidermis zu bilden. Untersucht man bei Sonnenschein, so bemerkt man an dem, dem Ausgangspuncte der punctirten Linien entgegengesetzten Ende derselben, seitlich von Bläschen, einen kleinen weißlichen Fleck mit einem bräunlichen Punct. Erhebt man nun an dieser Stelle die Oberhaut, so kann man, ohne die Pustel selbst zu verletzen, das hier sitzende kleine Thier, die Krätzmilbe, ausziehen. Der Acarus hängt sich gewöhnlich von selbst an die Nadelspitze

an, wenn man diese schief unter die Epidermis führt und letztere etwas aufhebt: er kann auf diese Weise ohne alle Mühe ausgezogen werden.

Das Ende der punctirten Linie, wo das Insect seinen Sitz hat, kann eine bis sechs Linien vom Bläschen entfernt sein.

Nicht von jeder Pustel geht eine solche Linie aus: sie findet sich, wie erwähnt, hauptsächlich nur an den Pusteln der Hände; aber auch hier nicht bei allen Kranken. Man muß oft sehr viele Krätzkranke untersuchen, bis es, selbst wenn man alle Vorsichtsmaßregeln beobachtet, gelingt, bei einem den Acarus aufzufinden.

Diesen Theil der Untersuchung, bis zur Ausziehung des Thieres, kann man mit bloßem Auge oder mit Hülfe einer Loupe vollenden. Um das Insect genauer zu beobachten, muß man es unter das Mikroskop bringen (am besten in eine Thierbüchse eingeschlossen) und bei 60 bis 100maliger Vergrößerung untersuchen.

Untersuchung der Spermatozoën. — Will man die Spermatozoën ihrer Form nach kennen lernen und ihre Bewegungen beobachten, so wählt man ein ausgewachsenes männliches Thier irgend einer Art während seiner Begattungszeit. Man tödtet es und öffnet sogleich nach dessen Tode die Hoden und Samenleiter, bringt einen Tropfen der in denselben enthaltenen Flüssigkeit auf den Objectträger, deckt ein Glasplättchen darüber, ohne Wasser zuzusetzen und untersucht bei einer 2 bis 400maligen Vergrößerung. Man sieht nun die bei jeder Thierspecies etwas verschiedenen Spermatozoën gewöhnlich in großer Anzahl und erkennt sie sogleich an ihrer eigenthümlichen Form. Sie zeigen alle einen dickeren und breiteren, mehr oder weniger runden Theil und einen sehr langen, dünnen, fadenför-

migen, von jenem ausgehenden Anhang. Die Spermatozoën sind gewöhnlich mehre Stunden lang nach dem Tode des Thieres, welches sie geliefert hat, in lebendiger Bewegung begriffen, die aber mehr einem Oscilliren als einem willkürlichen Fortrücken gleicht. Um sie sehr deutlich zu sehen, muß man gewöhnlich mittelst der Blendung die Beleuchtung etwas schwächen, da sie sehr zart und durchsichtig sind und bei allzustarkem Lichte für das Auge fast ganz verschwinden.

Sehr junge, noch nicht zeugungsfähige Thiere zeigen keine deutlichen Spermatozoën; ebenso verschwinden sie bei erwachsenen Thieren gewöhnlich außerhalb der Begattungszeit. Bei Hausthieren dagegen sind sie den größten Theil des Jahres hindurch vorhanden.

Schüppchen der Insecten. — Diese kleinen Körperchen, welche schon früher Objecte mikroskopischer Untersuchungen waren, sind neuerlich als Probeobjecte angewendet worden, indem diese Schüppchen die größte Anzahl von Linien innerhalb eines gegebenen Raumes haben, wie die Figuren 261 und folgende beweisen. Man untersucht sie trocken, und trennt sie sehr leicht von den Flügeln der Insecten, indem man dieselben gegen Glastäfelchen drückt, an welchen sie alsdann hängen bleiben. Man gebraucht hauptsächlich die Schüppchen von den Flügeln und Körpern folgender Insecten als Probeobjecte:

Alucita hexadactyla,	Podura plumbea,
Curculio imperialis,	Polyommatus Arion,
Mücke,	- Acis,
Hipparchia janira.	- Adonis,
Lasiocampa quercus,	- Alexis,
Lepisma saccharina,	- Argus,
Morpho Menelaus,	- Argiolus,
Papilio Paris,	Tinea vestianella.

Spirakeln und Tracheen der Insecten. — Wir haben schon weiter oben von der Art und Weise geredet, wie man diese Objecte präpariren kann; bei manchen Schmarotzerthieren können sie in situ untersucht werden, wogegen die andern eine Dissection erforderlich ist. Bewahrt man sie in Balsam auf, so müssen sie mit Luft angefüllt sein. Die folgenden Larven und ausgebildeten Insecten zeigen Tracheen und Spirakeln auf eine ausgezeichnete Weise:

Spirakeln,	Tracheen,
Biene,	Schmeißfliege,
Schmeißfliege,	Tausendfuß,
Tausendfuß,	Camäleonfliege,
Maikäfer,	Larve des Maikäfers,
Dyticus	Larve des **Dyticus**,
Larve der Schmeißfliege,	Larve der Bockmotte.
Wespe,	Larve d. Seidenwurms.

Stacheln. — Alle Apparate, durch welche die giftige Materie abgesondert wird, sowie die Canülen, welche dasselbe in die Stacheln führen, und endlich die Stacheln selbst, werden am besten in der Flüssigkeit dargestellt. Da aber die Section dieser zarten Theilchen eine so sorgfältige Behandlung erfordert, so ist es zweckmäßiger, sie zu trocknen und alsdann in Balsam aufzubewahren. Die besten Insecten zu dem Zwecke sind die folgenden:

Biene,	Ichneumonsfliege,
Horniß,	Wespe,

Magen. — Bei manchen Insecten, wie z. B. bei der Biene können die Verzweigungen und Erweiterungen seiner Tracheen an den dünnen Wandungen dieses **Viscus** gezeigt werden; bei andern dagegen beobachtet man die drüsenartige Structur des Organs sehr gut, während nur bei wenigen der eigentliche Magen oder **pylorus**, welcher an der Verbindung des Organs mit den Eingeweiden liegt, sehr

gut erläutert werden kann. Die zweckmäßigsten Insecten zu solchen Untersuchungen sind die folgenden:

Biene,	Heimchen,	Staphilinus,
Schmeißfliege,	Maulwurfsgrille,	Hirschkäfer,
Kellerassel,	Dyticus marginalis,	Wespe.

Außer den mancherlei erwähnten Theilen der Insecten giebt es auch noch andere Organe, von denen besonders geredet werden muß. Dahin gehören die Ovipositoren und die Spinnenorgane der Spinnen, die Kiefern der Heuschrecken und anderer Orthoptera, nebst andern merkwürdigen Structuren, welche feineren Sectionen angehören. Wir machen hier einige der interessantesten dieser Organe namhaft:

Ovipositor von Cicada	Gewebe von Clubiona Atrox,
- von Cynips quercus,	Kiefer der Heuschrecke,
- der Brummenfliege,	Kiefer des Heimchens,
- der Feldgrille,	Kiefer v. Mantis.
- des Ichneumon,	Trommel der Cicada,
- der Sägenfliege,	Feile des Heimchens,
Spinnwerkzeuge der Spinne,	Feile des Grashüpfers.

Präparate von höheren Thieren.

Blut. — Zur Untersuchung desselben ist es erforderlich, einen kleinen Tropfen dieser Flüssigkeit, der neuerlich von dem Thiere entnommen worden ist, auf ein Glastäfelchen zu legen und mit einem Glimmerplättchen oder sehr feinem Deckglase zu bedecken, worauf es zur Untersuchung bei stärkster Vergrößerung fertig ist. Will man Blut zu einer künftigen Untersuchung aufbewahren, so bringt man einige

Ringe desselben in einer möglichst dünnen Lage auf ein Glastäfelchen, schwingt dasselbe in der Luft hin und her, um es so rasch, als möglich, zu trocknen, worauf man finden wird, daß sich die Formen der Blutkörperchen nur wenig verändert haben; und damit nun das Präparat nicht beschädigt werde, so muß ein sehr festes Deckglas darauf gekittet werden, dann läßt sich das Präparat mehre Jahre aufbewahren. Die Blutkörperchen sind am größten bei den Reptilien und Fischen und am kleinsten bei den Vögeln und Säugethieren. Wir theilen hier ein kurzes Verzeichniß von solchen Wirbelthieren mit, deren Blut Eigenthümlichkeiten zeigt:

Fische.	Reptilien.	Säugethiere.
Aal,	Krokodill,	Kameel,
Barsch,	Frosch,	Dromedar,
Lachs,	Grüne Eidechse,	Elephant,
Rochen,	Molch,	Ziege,
Vögel.	Syrene,	Igel,
Sperling,	Blindschleiche.	Mensch,
Gans,	Schlange,	Maus, Moschusth., Schaf, Faulthier (mit 2 Zehen),
Strauß,	Kröte,	
Schwalbe,	Landschildk., Meerschildk.	

Knochen. — Die Structur des Knochenskeletts der Thiere kann nur in dünnen Scheiben, die nach verschiedenen Richtungen gemacht worden sind, und deren Präparation wir weiter oben beschrieben, genügend untersucht werden. Zur Untersuchung der Form der Knochenzellen bei fossilen Knochen reichen kleine dünne Splittern hin, die in Balsam aufbewahrt werden. Um einen allgemeinen Begriff von der Structur der Knochen bei den Wirbelthieren zu

erhalten, muß man horizontale und verticale Scheiben von den folgenden Thieren zu erlangen suchen:

Fische.

Kabeljau,
Meeraal,
Gemeiner Aal,
Fliegender Fisch,
Lepidosteus,
– Schuppe,
Rochen (spina),
Haifisch (Rückenwirbel),
Silurus (spina),
Stör,
Schwertfisch (Schwert),
Steinbutte spina,

Reptilien.

Boa (Wirbel),
= (Rippen),
Krokodill,
Frosch,
Menopone,
Molch,
Syrene,
Schlange,
Kröte,
Landschildkröte,
Meerschildk.,
= Carapace,

Vögel.

Albatroß,
Gewöhnl. Geflüg.,
Strauß, ausgewachs.
Strauß, jung,
Pinguin,
Schwalbe,

Säugethiere.

Kaninchen,
Kameel,
Elephant,
Pferd,
Mensch, ausgew.
Mensch, foetus,
Löwe,
Maus,
Rind,
Rhinocer.,
Hirsch,
Walfisch.

Von den kleinen Thieren kann man auch von dem Schädel so dünne Splittern nehmen, daß sie gar nicht abgeschliffen zu werden brauchen, und man sie entweder trocken oder in einer Flüssigkeit untersuchen kann; ja selbst bei größeren Thieren kann man oft Splittern des Craniums auf diese Weise untersuchen.

Fossile Knochen werden in dünnen Scheiben auf die angegebene Weise wie Holzscheiben präparirt, oder wenn sie sehr undurchsichtig sind, in Balsam untersucht. Die folgenden Thiere zeigen die interessanteste Structur:

Bär,
Dinornis,
Ichthyosaurus,
Iguanodon,
Plesiosaurus,
Pterodactylus,

Elenn,	Mammuth,	Rhinoceros,
Hippopotamus,	Mastodon,	Walfisch, Rippe,
Hyaena,	Mensch,	Walfisch, Ohrbein.

Zähne. Dieselben müssen in dünne Scheiben geschnitten und auf die oben beschriebene Weise präparirt werden, welches nicht leicht ist, da die meisten Zähne ein Email von der Härte des Feuersteiens haben. Da zur Construction der Zähne dreierlei verschiedene Substanzen gehören, nämlich Cement, Elfenbein und Email, so ist es nothwendig, Schnitte nach mehren Richtungen zu machen, um die wirkliche Bildung eines jeden kennen zu lernen. Das folgende Verzeichniß giebt die Namen einiger wenigen Thiere, deren Zähne die verschiedene Structur verdeutlichen:

Fische.	Reptilien.	Säugethiere.
Der getigerte Hai,	Alligator,	Dugong.
Der Kabeljau,	Boa,	Elephant.
Meeraal,	Crocodill,	Fuchs.
Heilbutte,	Iguana,	Pferd.
Lepidosteus,	Säugethierd,	Mensch, ausgewachsen,
Myliobatus,	Armadill,	Mensch, foetus.
Papageienfisch,	Esel	Hyäne.
Hecht,	Bär,	Känguruh.
Baracuda-Hecht,	Biber,	Löwe,
Carcharias-Hai,	Eber,	Maus,
Lamna-Hai,	Katze,	Rind,
Sägenfisch,	Wild,	Ratte,
Wolfsfisch,	Hund,	Schaaf,
		Tieger,
		Walfisch.

Fossile Zähne. — Man muß dieselben, wie die fossilen, Hölzer und wie die gewöhnlichen Knochen in Scheiben verwandeln und sie auf eine von

den erwähnten Weisen aufbewahren. Manche derselben sind nur wenig von den lebenden Species verschieden, andere dagegen, die von erloschenen Thieren herrühren, sehr bedeutend, und diese müssen alsdann um so sorgfältiger untersucht werden, da durch die Structur des Zahnes allein das Thier gehörig classificirt werden kann. Wir theilen hier eine Uebersicht von den Zähnen verschiedener fossilen Thiere mit:

Stör,	Ichthyosaurus,	Myliobates.
Dendrodus,	Labirinthodon,	Plesiosaurus.
Hyaena,	Mostadon,	Hai (mehre Species).

Muscheln. Die Structur der Muscheln hat erst später die Aufmerksamkeit der Mikroskopiker auf sich gezogen, und es sind neuerlich mehre Untersuchungen angestellt, auf die wir aber hier nicht eingehen können. Die Art und Weise, wie sie präparirt werden, ist weiter oben angegeben worden, und wir theilen hier nur einige Namen mit, welche geeignet sind, um die verschiedenen Eigenthümlichkeiten der Structur nachzuweisen:

Anatina olen,	Luna scabra,	Pinna marina.
Anomia ephippium,	Lingula antina,	Pinna nigrina.
Avicula margaritacea,	Malleus albus,	Pinna, Fasern.
Etheria,	Mya arenaria.	Pleurorhynchus.
Gervillia,	Ostrea edulis,	Terbebratula.
Halliotis splendens,	Perna ephippium,	Trigonia.
Hippurites,	Pinna squamosa,	Unio occidens.

Außer diesen Muscheln von Molluskten müssen wir auch noch andere, welche zu den Klassen der Echinodermata, Crustacea und Cephalopoda gehören, erwähnen. Es werden davon nach mehren Richtun=

gen abgeschnittene dünne Scheiben auf dieselbe Weise präparirt, wie bei den Muscheln. Die interessantesten Varietäten sind die folgenden:

Belemnit,	Sepiaknochen,	Pentacrinit.
Cidaris, spina,	**Echinus, spina,**	Bärenkrebs.
	— Schaale,	Taschenkrebs.
Krabbe, der rothe Theil,	Encrinit,	**Spatangus.**
Krabbe, der schwarze Theil,	Hummer,	Seestern.
Bachkrebs.		

Die Structur von den Stacheln von **Cidaris** und mehren andern Species von **Echinus** gehört zu den schönsten Objecten für mikroskopische Untersuchungen. Sie sind so spröde, daß bei ihrem Schleifen die größte Sorgfalt angewendet werden muß, wie wir sie weiter oben mitgetheilt haben. Um sie gegen Beschädigungen zu sichern und alle ihre Eigenthümlichkeiten zu vertheidigen, müssen sie von canadischem Balsam aufgenommen werden. Manche sehr kleine gefärbte Stacheln von kleinen Echiniten-Species sind interessante Objecte zur Untersuchung, wenn sie ohne irgend eine andere Präparation flach in Balsam gelegt werden. Querschnitte sind am besten, um die Einrichtung der Zellen nachzuweisen, wogegen Längendurchschnitte mit dem Mikroskope nicht mehr zeigen, als mit dem bloßen Auge.

Um die gehörige Einsicht in alle diese Structuren zu erlangen, sind ein oder mehre Durchschnitte in jeder Richtung erforderlich, und man muß sie mit Hydrochlorsäure untersuchen, welche mit ihrem 40 fachem Volum Wasser verdünnt ist.

F i s c h s c h u p p e n. — Man kann dieselben in zwei Klassen theilen: 1) in solche, die aus einer hornartigen Substanz bestehen, wie bei dem Lachs und Karpfen und 2) in solche, deren Structur wirklicher

Knochen ist. Die Schuppen der meisten Fische gehören der ersten Klasse an, während die der zweiten nur bei wenigen Species bleiben, da fast alle erloschen sind: **Lepisdosteus**, Stör und Meerschwein sind die gewöhnlichsten Beispiele. Die Schuppen sind sehr charakteristische Kennzeichen für die Klassificirung der Fische, und es ist auf diese Weise gelungen, die fossilen Fische in ein sehr gutes System zu bringen, bei welchem wir uns aber hier nicht aufhalten dürfen. Man befestigt die Fischschuppen bei der mikroskopischen Untersuchung entweder auf Scheiben, oder, was jedoch nicht so zweckmäßig ist, man legt sie zwischen Glasplättchen und letzteres nur bei durchsichtigen. Am besten erkennt man aber die Structur in Flüssigkeiten, und manche derselben bilden glänzende Objecte für das polarisirte Licht, weßhalb man sie selbst in Balsam aufbewahrt, den man auch bei den kleinen Bruchstücken von fossilen Fischschuppen anwendet. Einige recht bemerkenswerthe Beispiele von den 4 Ordnungen sind die nachstehenden:

Placoiden.	**Ctenoiden.**
Hundshai,	Meerwolf.
Rochen (Stachel),	Barsch.
— (Schagrin),	Hecht.
Hai, (**Squalus galeus**),	Weberfisch.
— (Hammerfisch),	Weißfisch.
— (von Port Jackson),	

Ganoiden.	**Cycloiden.**
Lepidosteus,	Aalmutter.
Polyderus,	Karpfen.
Stör,	Meeraal.
	Flußaal.
	Hering.
	Rochen.
	Lachs.

Die Schuppen der Aalfamilie gehören zu den interessantesten Objecten, welche man zu mikroskopischen Untersuchungen finden kann. Manche glauben, daß diese Fische gar keine Schuppen hätten, da sie in eine dicke schleimige Oberhaut fest eingewachsen sind; und um sie daher zu erlangen, muß man mit einem scharfen Federmesser unter die Oberhaut fahren, und einen Theil der Schuppen auf dieselbe Weise heben, auf ähnliche Weise, wie die Oberhaut bei einigen Pflanzen. Nach einigen Versuchen wird man mehre Schuppen ablösen, sie haben eine ovale Form und sind weicher als andere Fischschuppen, bilden auch auf einigen Theilen der Haut keine zusammenhängende Schicht. Zieht man die Aalhaut vor dem Sieden ab, so kann man die Schuppen von der unteren Fläche mittelst eines Messers oder einer Pincette herausnehmen. Die Schuppen der Aalmutter, welche lebendige Junge gebärt, haben eine kreisrunde Form und liegen unter der Oberhaut. Man erhält sie sehr gut, wenn man die Haut trocknet, und sie geben mit den Aalschuppen treffliche Objecte für das polarisirte Licht.

Haare. — Man kann dieselben sehr leicht von allen höheren Thieren erhalten und findet sie auch an jungen Walfischen. Die kleineren Arten von Haaren kann man trocken oder in einer Flüssigkeit aufbewahren, oder wenn sie undurchsichtig sind, in canadischem Balsam, und man muß, um eine richtige Ansicht von der Structur langer Haare und starker Stacheln zu erlangen, horizontale und verticale Durchschnitte auf die weiter oben beschriebene Weise machen. Vorher muß das Haar vollkommen gereinigt sein, da immer mehr oder weniger fette Materie darin enthalten ist, und es wird dazu Aether angewendet; das Trocknen erfolgt durch Löschpapier. Man muß darauf sehen, von jedem Thiere Haare als

Wolle zu erlangen, indem sie in ihrer Structur gänzlich verschieden sind; letztere läßt sich filzen, allein diese Eigenschaft der Haare ist bei verschiedenen Thieren verschieden und ist bei den Biberhaaren am stärksten; sehr vergrößerte Abbildungen verschiedener Thiere geben die Fig. 250 und folgende. Die Haare dienen in den meisten Fällen als Schutz und Bekleidung, in einigen als Organ des Gefühls und in wenigen in der Gestalt von Stacheln als Waffe. Das folgende Verzeichniß enthält die am meisten charakterischen Arten von Haaren bei den Wirbelthieren:

Ameisenbär,	Mensch (ausgewachsen),	**Ornithorhynchus**,
Fledermaus (verschiedene Species),	— **foetus**,	Otter,
Indianische (verschiedene Species),	Maulwurf.	Stachelschwein (Stachel),
Bieber,	Hausmaus,	Kaninchen,
Murmelthier,	Spitzmaus,	Rennthier,
Echidna,	weiße Maus,	Robbe,
Elephant,	Moschusthier,	Eichhörnchen.
Elenn,	**Nutria**,	Tiger (Barthaar),
Hase,	**Opossum**,	Wallroß (Barthaar),
Igel (Stachel).		Wasserratte.

Außer den eigentlichen Haaren finden sich auch noch andere Substanzen, die gleich ihnen auch aus hornartigem Material besteht. Es gehört dahin Horn, Huf, Schildpatt, Federspule und Fischbein. Alle diese Materialien müssen mit einer Maschine in dünne Quer- oder Längenschnitte getheilt werden, und es werden die dunkeln Arten in Balsam, und die durchsichtigen trocken untersucht. Sie zeigen alle mehr oder weni-

ger eine zellige Structur, und sind sehr schöne Objecte zu Versuchen mit polarisirtem Licht:

Horn des Steinbocks,
Antilope.
Horn des Rindes,
Horn des afrikanischen Rhinoceros,
Horn des indischen Rhinoceros,
Horn des Schafes,
Huf des Esels,
= = Elephanten,
= = Pferdes,
= = Rindes,

Huf des Rhinoceros,
— = Schafes,
Federspule des Casuars.
der Ente,
des Adlers,
Federspule der Gans,
— des Truthahns,
Fischbein von dem großen Walfisch,
— des Jupiterwals,
Schildpatt von der Schildkröte,
Panzer von dem Schuppenthier.

Haut. — Haare und Federn der Wirbelthiere wachsen auf der Haut. Der Zweck derselben ist in den meisten Fällen Schutz; bei manchen Thieren, wie bei den Fischen ist die Haut nicht mit vielen Gefäßen versehen, wogegen sie bei den Säugethieren, hauptsächlich aber bei dem Menschen, den höchsten Grad der Organisation erreicht. Es kann jedoch hier nicht unsere Absicht sein, die zusammengesetzte Structur der Haut kennen lehren zu wollen, und wir bemerken nur, daß sie sehr merkwürdige Objecte zu mikroskopischen Untersuchungen liefert. Nehmen wir die menschliche Haut z. B., so müssen wir mit dem Studium senkrechter Durchschnitte beginnen, und es müssen dieselben sowohl Haare als Wärzchen enthalten. Die Ausdünstungsdrüsen erkennt man am besten in der Haut von den Fußsohlen und aus der Hand; die Fettdrüsen dagegen müssen aus dem Gesicht und von der Brust entnommen werden, wo zahlreiche Haare vorhanden sind; diese letzteren Durchschnitte

zeigen auch die Haarwurzeln und die Haar-Follikeln. Das wirkliche Netzwerk der Haut sieht man am besten bei injicirten Exemplaren, wenn die Oberhaut entfernt worden ist, wozu oft eine Maceration erforderlich wird. Bei der Untersuchung der Oberhaut schwarzer Menschen muß man bei der Entfernung der Oberhaut sorgfältig verfahren, indem man in ihr daß **rete mucosum** oder die gefärbte Schicht untersuchen kann, welche aus einer Reihe 6seitiger Zellen besteht, die das Pigment enthält.

Dieselbe Structur kann man bei den Thieren beobachten, die ein schwarzes Fell haben; man muß zu diesem Zwecke die Lippen eines schwarzen Kätzchens nehmen, indem man dabei dem Wachsthum der jungen Barthaare, ihre vielen Blutgefäße und Nerven und viele andere interessante Objecte beobachten kann.

Bei den Fischen sind die einzigen Theile der Haut, welche zu mikroskopischen Untersuchungen präparirt werden, die mehr oder weniger mit Schuppen bedeckt sind, weßhalb man denn in den Listen mikroskopischer Präparate die Haut der Seezunge und des Haies aufgeführt finden. Bei den Reptilien ist die Haut der Schlange, der Boa und einiger Eidechsen bemerkenswerth, während die der Vögel nur dann Interesse hat, wenn sie injicirt ist. Bei'm Menschen und den höheren Säugethieren wird der zusammengesetzte Apparat der Drüsen, **papillae**, am besten an senkrechten Durchschnitten untersucht; um aber die Haut hinreichend fest zu dem Zwecke zu machen, muß sie vorher in einer gesättigten Auflösung von kohlensaurem Kali oder von starker Salpetersäure gehärtet werden. Jedoch mag das Gesagte genügen, denn um anatomische Untersuchungen zu machen, muß man wenigstens die Elemente der Anatomie kennen, und diese lehrt auch das Präpariren. Das folgende Verzeichniß zeigt einige der wichtigsten Abänderungen der Haut.

Senkrechte Durchschnitte.

Esel (hornartig),
Bär (Fußsohle),
Katze (Oberlippe),
Junge Katze (Oberlippe),
Hund (Oberlippe),
Mensch (Fußsohle),
— (flache Hand),
— (Skalp),
— (Gesicht),

Mensch (axilla),
— (Neger),
Schwein,
— (Schnauze),
— (Zehenglied),
Meerschwein (ohne Oberhaut),
— (mit Oberhaut).
Tiger (Oberlippe).
— (das Barthaar injicirt).

Freie Oberfläche.

Mensch (Gesicht),
— (Lippen),
— (Fingerspitzen),
— (Oberhaut der Finger),

Mensch (Hinterseite der Finger).
— (Oberhaut derselben).
— (Neger).

Eidechse (Oberhaut).

Augen. — Die Augen der verschiedenen Thiere bilden manche höchst interessante Objecte, besonders wenn sie injicirt sind; dahin gehört die Structur der Krystalllinse, das Pigment, die Augenlieder, die retina und die Jacobshaut. Da aber die meisten Präparate nicht gut aufbewahrt werden, um ihre charakteristischen Eigenthümlichkeiten zu zeigen, so zeigt die nachstehende Liste nur diejenigen, welche sich bei keiner Art von Aufbewahrung verändern. Die Structur der Krystalllinse der Fische zeigt sich am besten, nachdem die Linse selbst entweder durch Trocknen, Sieden oder durch eine lange Maceration in Spiritus erhärtet worden ist. Nachdem man die Außenseite abgeschält hat, zerspaltet sich das dichte Innere in concentrische

Plättchen, und jedes derselben besteht aus einem Aggregat von gezahnten Fasern. Letztere lassen sich am besten in einer Flüssigkeit untersuchen, oder man färbt sie und umgiebt sie mit Balsam. Man erhält das Pigment sehr leicht, wenn man ein frisches Auge unter Wasser öffnet; es wird dann als eine besondere Lage abgenommen, auf Glas zum Trocknen gelegt und dann mit Balsam umgeben. Die Augenwimpern sieht man am besten injicirt in einer zweckmäßig geformten Zelle mit Flüssigkeit und als undurchsichtiges Object mit einer Vergrößerung von 30 bis 40 fachem Durchmesser betrachtet. Die retina muß bei einem sehr frischen Auge zwischen Gläsern untersucht werden, und man muß etwas Serum hinzuthun, damit alle Theile gehörig gesehen werden können. Wasser muß man vermeiden, indem durch dasselbe die Nervensubstanz bedeutend verändert wird. Die choroidea erfordert dieselbe Vorsicht, allein die Gefäßschicht der retina kann sehr gut untersucht werden, wenn sie injicirt und getrocknet ist. Das nachstehende Verzeichniß giebt die Namen einiger Augen an, an denen man die auffallendsten Beobachtungen zu machen im Stande ist.

Augenlied.	Krystalllinse.	Pigment.	Retina.
Katze,	Kabeljau,	Aal,	Aal,
Hund,	Aal,	Frosch,	Frosch,
Pferd,	Heering,	Pferd,	Pferd,
Rind,	Goldfisch,	Mensch,	Rind,
Seehund,	Seezunge,	Rind,	Kaninchen,
Tiger,	Steinbutte,	Schaaf,	Schaaf.

Muskelfaser. Die Art und Weise, wie diese höchst interessante Substanz präparirt wird, haben wir schon weiter oben angegeben, und es bleiben uns hier nur noch die Thiere zu nennen, von denen man sich die instructivsten Präparate verschaffen kann. Die

Capillargefäße der Muskeln kann man, wie schon weiter oben bemerkt, in den dünnen Augenmuskeln der Vögel und kleinen Säugethiere sehen, allein am besten studirt man sie, nachdem sie injicirt wurden:

Schmeißfliege,	Kabeljau,	Geflügel,
Heimchen,	Aal,	Strauß,
Dyticus,	Lachs,	Schwalbe,
Hummer,	Engelfisch,	Wild,
Flußkrebs,	Frosch,	Elephant,
Auster,	Kröte,	Mensch,
Schnecke,	Syren,	Schwein,
Terebratula,	Schlange,	Walfisch.

Das obige Verzeichniß enthält bloß Muskelfasern der gestreiften Art, die sogenannten selbstthätigen, im Gegensatz zu den unselbstthätigen. Zu der letztern Klasse rechnet man allgemein auch die Fasern des Herzens verschiedener Thiere; obgleich dieselben Querstreifen haben, so ist das Organ dennoch ein unselbstthätiges. Die Muskelhaut des ganzen Speisecanals, mit Ausnahme des obern Theils, **oesophagus**, ist gänzlich mit unselbstthätigen Fasern versehen. Sie unterscheiden sich jedoch von denen der selbstthätigen Muskeln dadurch, daß sie kleiner sind, so wie auch durch den Mangel der Streifen. Wir führen hier die Localitäten beider Arten auf:

Oesophagus, oberer Theil,	**Ilium,**
— mittlerer "	**Caecum,**
— unteres,	**Rectum,**
Magen, großes Ende,	Herz, menschliches.
— **pylorus**	— des Rindes.
Duodenum,	— der Schildkröte.

Den unselbstthätigen Muskelfasern nahe verwandt sind die sogenannten gelben oder elastischen Muskelfasern; sie finden sich oft in Verbindung mit andern feinern und weniger elastischen, die wegen ihrer Farbe die weißen Fasern genannt werden. Ein Gemisch

von beiden ist das Areolar-Gewebe, welches in dem thierischen Haushalt eine bedeutende Rolle spielt; es bildet die Träger für alle Gefäße, Nerven und Muskeln und man kann sie sich leicht verschaffen. Die gelben Fasern finden sich fast isolirt in dem **ligamentum nuchae** des Nackens gewisser Thiere, besonders der Wiederkäuer; vom Schaf oder Kalb kann man es sich nach dem Kochen des Halses leicht verschaffen. Die folgende Thiere zeigen beide Gewebe am deutlichsten.

Areolar-Gewebe.	Gelbes elastisches Gewebe.
Katze,	**Lig. nuchae** der Giraffe,
Hund,	— — des Rindes,
Mensch,	— — des Schafes,
Kaninchen,	Rinde von der **trachea** des Menschen.
Schaaf,	Elastische Haut der Arterien.

Die Muskularbekleidung der Arterien ist den gelben Mulkelfasern sehr ähnlich, und man kann sie sehr leicht erlangen, wenn man eine Arterie durchschneidet und von dem dickften Theil die feinen Fasern mittelst einer Nadel abtrennt. Man bewahrt alle die erwähnten Stoffe in einer Flüssigkeit, d. h. im Wasser, Spiritus oder Creosotwasser, auf.

Untersuchung der Oberfläche der Schleimhäute. — Wir wollen z. B. annehmen, es solle ein Theil von der Schleimhaut des Magens eines kürzlich getödteten Thieres untersucht werden, so wird man finden, daß sie gänzlich mit einer dicken Schicht von mehr oder weniger feuchtem Schleim bedeckt ist. Derselbe muß dadurch weggeschafft werden, daß man Wasser darauf gießt, oder wenn das Stückchen zu klein ist, so muß man es mittelst Nadeln auf einem Kork befestigen und mit der Spritze behandeln. Soll das **epithelium** untersucht werden, so muß man einen kleinen Theil desselben mittelst eines Skalpells

losmachen, auf ein Glastäfelchen legen und mit einer 200fachen Vergrößerung als ein durchsichtiges Object behandeln. Die Schleimhaut selbst aber muß unter Wasser untersucht werden, zu welchem Ende man das Stückchen auf eine belasteten Kork ausspannt und in einem Trog unter Wasser legt; ist es erforderlich, so muß man das Licht einer Lampe darauf concentriren. Darauf muß man horizontale und verticale Einschnitte machen und die Haut mit einer bedeutenden Vergrößerung untersuchen; man trennt die Haut dabei mit Nadeln und wendet auch ein Compressorium an.

Diese Art einer Untersuchung der Schleimhäute des Magens läßt sich auch auf alle übrigen Schleimhäute anwenden. Injectionen leisten dabei gute Hülfe. Wir theilen hier noch ein Verzeichniß interessanter Objecte von den Schleimhäuten mit, entweder injicirt oder nicht, die man bei mikroskopischen Untersuchungen als Führer anwenden kann:

Epithelium.

Schuppiges Epith. der Haut von Kröten,
= = des Gewebes des Froschfußes,
= = des Mesenteriums des Kaninchens,
= = des Mesenteriums der Maus,
= = des menschlichen Mundes,
= = der Oberhaut,
= = der Hornhaut des Auges,
Prismatisches Epith. der villi,
= = = Gallenblase,
= = des **septum nasi**,
Sphäroidisches Epith. der **tubuli** der Nieren,
= = = = des Magens,
= = = = = Hundes,
= = = = = Meerschweines
= der Leber des Menschen,
= = = = = Schweines.

Untere Haut (Basement-membrane).
Tubuli des Magens von dem Hunde,
" " " " " Meerschweinchen.
Die Schweißcanäle des Menschen.
Tubuli der testis des guineischen Kaninchens.

Wimper-Epithelium.

Froschmaul.
Infusorien — Leucophris.
Rotifer.
Polypen.
Branchiae — Auster.
" " Muschel.
Rückseite der Nase.
Bronchial-Röhren.
Ventrikeln des Gehirns.
Tubuli der Nieren.

Herr Topping in London liefert folgende injicirte Schleimhäute zu mikroskopischen Untersuchungen:

Gallenblase.

Bär, Katze, Rind, Schaf.

Eingeweide.

Natter,	Boa constrictor,	Katze,
Hund,	Aal,	Hausgeflügel,
Frosch,	Gans,	Meerschweinchen,
Katze,	Hund,	Geflügel,
Frosch,	Igel,	Mensch,
Kaninchen,	Schaaf.	

Lunge.

Natter,	Boa constictor,	Pavian,
Bär,	Katze,	Hund,
Schaf,	Kröte,	Landschildkröte,
Meerschildkröte.		

Leber.

Boa constrictor, Aal, Frosch,
Meerschweinchen, Kaninchen, Ratte.

Eierstock.

Hausgeflügel, Fasan, Schlange,
Igel, Pferd, Mensch,
menschlicher foetus, Maus, Fasan,
Schwein, Taube, Kaninchen,
Ratte, Schaaf, Schlange,
Kröte, Landschildkröte, Meerschildkröte,

Niere.

Bär, Boa constrictor, Delphin,
Aal, Hausgeflügel, Frosch,
Goldadler, Meerschweinchen, Igel,
Pferd, Mensch, menschlicher foetus,
Ichneumon, Kätzchen, drei Tage alt, Maus,
Fasan, Taube, Innger Hund, 4 Tage alt,
Kaninchen, Lachs, Landschildkröte.

Magen.

Boa constrictor, Katze, Meerschweinchen,
Igel, Mensch, menschlicher foetus,
Schlange, Landschildkröte,

Außer den hier beschriebenen Schleimhäuten bilden auch die Capillargefäße in vielen thierischen Geweben eine zwar nicht gleich zahlreiche, aber doch sehr schöne und instructive Klasse von Objecten. Wir theilen ein Vergleichniß derjenigen Präparate dieser Art mit, die Herr Topping liefert:

Menschliches Areolar=Gewebe.
Muskel von Frosch,

Muskel von Schwein,
= = Menschen,
Sehne von der Katze,
= vom Menschen,
Gelenk = Knorpel vom Menschen.
Gelenk = Knorpel vom Schwein,
= = = Kalbe,
Faserknorpel,
periosteum vom Menschen.
= = Schweine,
Knochen vom Kalbe,
= = Lamme,
= = saugenden Ferkel,
Zahnmark vom Menschen,
= vom Kätzchen,
= = Schweine,
= = Kalbe,
Email = Membran vom Schweine,
= = = Menschen,
Fetthaut von der Katze,
= vom Hunde,
= = alten Menschen,
Nerven vom Menschen,
= = Schweine,
= = Kätzchen,
Nerven=Substanz, weiße, vom Menschen,
= = = = Kätzchen,
= = graue vom Menschen,
= = = = Kätzchen,
Auge (Choroidea) von der Katze,
= = = Geflügel,
= = = Menschen,
= (Linsenkapsel) vom Kätzchen,
= = = Schweine,
= (Membrana pupillaris) vom Kätzchen,
= = = = jungen Hunde,

Auge (**Cornea**) von der Katze,
" " vom Kätzchen,
" " " Hunde.

Von großem Interesse für den Mikroskopiker sind auch die Zungen von **Buccinum** und **Patella**, zweien Gasteropoden-Geschlechtern. Es hat besonders die Zunge von **Buccinum** eine sehr merkwürdige Structur. Sie steckt in einem sehr langen **proboscis**, der hervorgestreckt und zurückgezogen werden kann; sie ist hornartig und mit Stacheln und Haken von Kiesel, die in parallelen Reihen angeordnet sind. — Die Zunge der **Patella** ist von minderm Interesse für die mikroskopische Untersuchung, allein sie ist ebenfalls lang, hat auch Stacheln oder Zähne in Querreihen.

Objecte für das polarisirte Licht. — Neuerlich haben sich mehre berühmte Mikroskopiker, wie Brewster, Herschell und Ehrenberg, mit Untersuchung mikroskopischer Objecte im polarisirten Lichte beschäftigt. Da dasselbe ein so wichtiges Mittel zur Bestimmung der geringsten Dichtigkeits-Unterschiede bei den zartesten Structuren bildet, so ist seine Anwendung in der Chemie und Anatomie unerläßlich. Wegen der sehr wichtigen Ehrenberg'schen Untersuchungen verweisen wir auf die Monatsberichte der Berliner Academie aus den Jahren 1848 und 1849 und theilen hier nur eine Auswahl von Objecten mit, die im polarisirten Lichte besonders schöne Farben geben und die Herr Topping in London liefert.

Thierische Objecte.
Sepia-Knochen,
Huf vom Esel,
" " Kameel,
" " Pferde,
" " Rinde,
" " Schaaf,
Federspule,
Horn vom indianischen Rhinoceros,
Horn von der Antilope,
" " " Rind,
" " " Schaf.
graues Menschenhaar,

Horn vom africanischen Rhinoceros,
Querdurchschnitt,
senkrechter Durchschnitt,
Flügeldecken von Käfern,
rohe Seide,
Schuppen vom Aal,
" von der Seezunge,
Spiculae von **Gorgonia.**

Pflanzenstoffe.

Stärke von Pfeilwurzel.
" " Flaschenbaum,
" " Mais,
" " **Tous les mois,**
Schießbaumwolle.
Haare von den Blättern der **Deutzia,**
Haare von den Blättern von **Elaeagnus,**
Haare von den Blättern der Olive,
rohe Baumwolle,
roher Flachs,

Mineral-Substanzen.

Agat,
Geschiebe vom Meeresstrande,
Krystalle von zweifach chromsaurem Kali,
Krystalle von Borax,
" " Borsäure,
" " borsaurem Ammoniak,
Krystalle von Borax- und Phosphorsäure,
Krystalle von kohlensaurem Kalk,
Krystalle von Bittersalz.
Krystalle von chromsaurem Kali,
Krystalle von Cholesterin,
" " Citronensäure,
Krystalle vom Muroxyd,
" von salpetersaurem Baryt,
" von salpetersaurem Blei,
" von Faserkalk,
" " schwefelsaur. Cadmium,
" von schwefelsaurem Kupfer.

Granit.

Marmor,
Rhaphides von Hyacinthen,
" " Zwiebeln,
" " Rhabarber,
Meersand,
Tremolit,
Zeolit,
Marienglastäfelchen von verschiedener Dicke.

Marienglas. — Man benutzt dieses Mineral oder den Glimmer in Plättchen von verschiedener Dicke, die man mit einem scharfen Federmesser von einer größeren krystallinischen Masse des Minerales ablösen kann. Die abgespaltenen Plättchen werden alsdann zwischen zwei Täfelchen von dünnem Glase gelegt, entweder mit oder ohne canadischem Balsam. Eine Glasplatte, 3 oder mehr Zoll lang und 1½ Zoll breit, mit aufstehender Kante und ein dünnes Marienglasplättchen darauf gekittet, auch mit Balsam und einem dünnen Deckglase bedeckt, wird von manchen Beobachtern als ein Stativ benutzt, um darauf die zu untersuchenden Objecte zu legen.

Salzkrystalle. — Man kann sich dieselben leicht verschaffen, wenn man eine gesättigte Auflösung des Salzes in siedendem Wasser auf kalten Glastäfelchen langsam krystallisiren läßt. Je langsamer die Verdampfung erfolgt, um so feinere Krystalle erlangt man. Der unkrystallisirbare Theil oder die sogenannte Muschelloupe wird alsdann mit Löschpapier oder einem Glasröhrchen entfernt. Man läßt mehre solche Krystalle entstehen, sucht die besten aus und wischt die anderen wieder ab. Sollen die Exemplare aufbewahrt oder gegen Beschädigung gesichert werden, so muß man sie entweder in canadischem Balsam oder trocken in einer kleinen Zelle von Kartenpappe mit einem Deckglase darüber aufbewahren; fügt man zu einer Lösung von schwefelsaurem Kupfer etwas Salpetersäure, so erhält man rhomboedrische Krystalle, welche, im polarisirten Lichte betrachtet, glänzenden Rubinen, Smaragden und anderen Edelsteinen gleichen. Glänzende Objecte sind auch rasch entstandene Krystalle von oxalsaurem Chrom und Kali. Auch die prismatischen Krystalle des Apophyllit's zeigen sehr schöne Farben. Wir kommen weiter unten noch auf die

Untersuchungen der Krystalle zurück und theilen Abbildungen von mehren Arten mit.

Strömungen in Flüssigkeiten während ihrer Verdampfung.

Man nehme eine Zelle oder ein Thierkästchen von mäßiger Größe und tröpfle auf den Boden etwas Terpenthin oder Weingeist ꝛc. und lege eine dünne Glasdecke darüber, jedoch so, daß sie nie auf die Flüssigkeit drückt. Nun wird das Mikroskop in eine senkrechte Stellung gebracht und mit einer Vergrößerung von 40 bis 100 fachem Durchmesser versehen. Der Inhalt des Kästchens wird auf dieselbe Weise untersucht, als wenn Infusorien darin enthalten wären. Sobald, wie die Flüssigkeit zu verdampfen anfängt, entstehen viele Strömungen und Wirbel, welche besonders deutlich werden, wenn man etwas recht feines Kohlenpulver in die Flüssigkeit bringt, da diese feinen Theilchen in derselben suspendirt bleiben und die Strömungen und Wirbel nach verschiedenen Richtungen zu deutlich sehen lassen. Es zeigen dabei verschiedene leicht verdampfbare Flüssigkeiten verschiedenartige Strömungen, die jedoch noch nicht hinlänglich untersucht worden sind, um bestimmte Regeln darauf zu gründen.

Untersuchung der Spiralfasern in den testis des Saamens von Salvia, Collomia ꝛc.—

Man nehme zu diesem Zweck ein reifes Saamenkorn von irgend einer Species der erwähnten Geschlechter, schneide mit einem scharfen Federmesser ein dünnes Schüppchen von dem äußeren braunen Theile, den sogenannten Testen, ab, lege dies auf ein Glastäfelchen oder auf den Boden einer Zelle und untersuche es mit dem Mikroskop bei einer etwa 50 fachen

Vergrößerung. Man legt ein Deckglas darüber und bringt einen Wassertropfen an dessen Rand, der sich alsdann unter dem Deckglase ausbreitet. Bei einer sorgfältigen Betrachtung des Objectes wird man sehen, daß eine Anzahl durchsichtiger Röhrchen mit Spiralfasern hervorkeimen, welche Theile von der testa bilden. Nachdem diese Erscheinung einige Minuten Statt gefunden hat, hört sie auf. Liegt das Saamenschüppchen in einer Zelle, so braucht man nur einen Tropfen Wasser in seine Nähe zu bringen und ein Deckgläschen darauf zu legen, so wird die Erscheinung sofort Statt finden. Man kann den Saamen von folgenden Pflanzen auf die angegebene Weise behandeln:

Acanthodium spicatum,	Collomia linearis.
Blepharis –	Phaylopsis glutinosa.
Casuarina	Ruellia formasa.
Collomia grandifolia.	Salvia pratensis.

Außer den hier beschriebenen Objecten, die dem Thier- und Pflanzenreiche angehören, finden sich auch andere, die, obgleich sie mineralische sind, dennoch größtentheils aus den Resten organischer Geschöpfe bestehen. Es sind theils solche, die einen thierischen Ursprung haben, oder Reste lebendiger Wesen enthalten, und zweitens solche, welche eine gänzlich mineralische Bildung haben. Erstere müssen in dem Zustande einer feinen Theilung, aber in sehr dünnen Scheiben untersucht werden, während die letztern, als undurchsichtige Pbjecte, mit einer geringen Vergrößerung und ohne eine vorhergehende Präparation untersucht werden müssen. Der Sand, den man an den Meeresküsten verschiedener Theile der Erde findet, und der auch das Innere der Muscheln und Schwämme ausgefüllt hat, ist außerordentlich reich an kleinen Foraminiferen und Spiculen, von Gorgonia und Schwämmen. Die Kästen der Kaufleute, welche

westindische und türkische Waschschwämme präpariren und verkaufen, geben dem Mikroskopiker eine reiche Erndte. Der Sand aus dem Grobkalke von Grignon bei Paris ist außerordentlich reich an schönen Formen, und ebenso der von der Insel Delos. Man muß die Muscheln durch eine scharfe Bürste von irgend einer dieser Massen trennen und sie auf einer Scheibe mit dunklem Grunde befestigen, welche wegen ihrer weißen Farbe am zweckmäßigsten ist. Zu ihrer Untersuchung ist ein einfaches Mikroskop hinreichend. Das folgende Namensverzeichniß enthält einige Arten, die wegen der Menge und Eleganz und Formen der in ihnen vorkommenden Thierreste bemerkenswerth sind; es enthält auch andere gänzlich mineralische Körper, deren glänzende Farben nur mit dem herrlichen Gefieder des Colibri's oder durch das prächtige Farbenspiel, welches sich im polarisirten Lichte entwickelt, verglichen werden können:

Scheiben.

Granit,
Kalkstein,
— blättriger,
— magnesiahaltiger,
Moosagat.

Mineralien.

Schwefelantimon,
Aventurin,
— künstlicher,
Wißmuth,
Kupferkies,
Buntkupfererz,
gediegen Kupfer,
Rothkupfererz,
Eisenglanz von Elba,
Eisenkies,
Tabasheer,
Zinnstein,
Turmalin,
Zinkkrystalle,
Oolite,
Von Bath,
„ Caen,
„ Doulting,
„ Portland.

Sand.

Von Grignon,
„ Delos,
„ Java,
aus türkischem Schwamm,
„ westind. Schwamm

Doppel=Jodid von Quecksilber. -- Ein sehr interessantes Object für mikroskopische Untersuchungen ist die Verbindung aus Jod und Quecksilber. Zuerst sublimirt dies Salz mit einer hellgelben Farbe, welche sich jedoch sehr schnell in Roth verwandelt. Die Art und Weise, wie diese Veränderung Statt findet, ist der Gegenstand der Untersuchung; und es ist dies um so mehr der Aufmerksamkeit werth, indem dadurch sehr wahrscheinlich die Structur der Krystalle nachgewiesen wird. Um zu der Untersuchung zu gelangen, legt man einige Körner von dem Jodquecksilber auf ein Uhrgläschen und deckt ein anderes von derselben Größe darüber. Darauf hält man beide über eine Spirituslampe, und sobald sich Dämpfe zwischen den Gläsern entwickeln, nimmt man die Gläser weg, läßt sie abkühlen, so findet man an dem Deckglase kleine gelbe Krystalle, von denen man sofort einen zum Stativ des Mikroskops zur Untersuchung und als durchsichtiges Object bringt. Nun bemerkt man, daß Linien von einem schönen Roth durch die Krystalle schießen, bis die Farbe gänzlich verändert ist; während der Zeit des Farbenwechsels geht auch ein Wechsel der Krystallform vor sich. Legt man die kleinen Krystalle mit rechter Vorsicht auf das Stativ, so vergeht zuweilen einige Zeit, ehe die Farbenveränderung erfolgt; berührt man in diesem Falle den Krystall mit der Spitze einer Nadel, so schießen die rothen Linien aus dem Berührungspuncte hervor.

Sechszehntes Capitel.

Untersuchung pathologischer Objecte.

Die Hauptschwierigkeit bei der Untersuchung pathologischer Objecte oder krankhafter Structuren liegt hauptsächlich darin, sich eine klare Einsicht in den Entwickelungsproceß derselben zu verschaffen, ohne welche Einsicht häufig die Structur und Zusammensetzung räthselhaft bleibt. Man muß zu diesem Zwecke mehre Objecte derselben Art, aber auf verschiedenen Entwickelungsstufen, untersuchen.

Die Untersuchung solcher Gegenstände kann eine bloß mikroskopische, eine mikroskopisch-chemische und eine rein chemische sein; am besten werden beide Untersuchungsmethoden vereinigt. Wir begnügen uns, hier ein Paar Beispiele zu geben.

Die Untersuchung der Tuberkeln

wählen wir als Beispiel, um daran die mikroskopische Untersuchung solcher Gebilde zu lernen, da Tuberkeln sehr häufig vorkommen, ihr Bau nicht besonders znsammengesetzt ist, und doch die bei ihnen Statt findende Mannichfaltigkeit der Zellenformen, wiewohl ihr Typus und ihre Bedeutung immer dieselbe bleibt, den Anfänger leicht irre führen kann.

Es ist gleichgültig, welche Tuberkeln oder von welchem Organe man zur Untersuchung wählt: alle zeigen dieselbe mikroskopische Beschaffenheit. Wir wählen hier die der Lungen, da sie am leichtesten zu haben sind und also Jeder die Untersuchung leicht wiederholen kann. Man nehme zur ersten Untersuchung rohe, noch nicht zerflossene Tuberkeln, mache mit einem scharfen Messer einen Durchschnitt durch einen etwas größeren derselben, schabe von der frischen Durchschnittsfläche mit einem reinen Messer et-

was ab, bringe das Abgeschabte auf den Objecträger, zertheile es in einem Tropfen Wasser so gut, als möglich, und decke ein Glasplättchen darüber. Untersucht man bei etwa 200maliger Vergrößerung, so entdeckt man, wenn die abgeschabte Masse durch Zusatz von Wasser gehörig zertheilt worden ist, sehr viele Zellen, von denen die meisten mehr oder weniger deutliche Kerne enthalten. Was wir unter Zellen verstehen, ist wohl dem Leser aus dem Vorhergehenden hinreichend klar. Diese Zellen zeigen nun in verschiedenen Fällen von **Tuberculosis**, ja häufig an einer und derselben Stelle desselben Tuberkels sehr große Verschiedenheiten. Bisweilen sind sie klein, nur $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{400}'''$ groß, meist rundlich und haben sehr blasse Wände; ihre Kerne sind verhältnißmäßig groß, haben $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{500}'''$ Durchmesser, sind meist rundlich, ziemlich dunkel, mit oder ohne Kernkörperchen und füllen fast die ganze Zelle aus, welche außer dem Kern weiter keine körperlichen Theile enthält. In andern Fällen sind die Zellen größer, $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{200}'''$ groß, bald rundlich, bald oval, bald von unregelmäßiger Form, in die Länge gezogen, geschwänzt: ihre Kerne sind verhältnißmäßig zur Größe der Zellen kleiner, nehmen nur den dritten oder vierten Theil des Umfanges der Zelle ein. Oft enthalten diese Zellen außer den Kernen noch kleine Fettkörnchen in größerer oder geringerer Anzahl; sie werden, wenn diese Körnchen sehr zahlreich sind, den Körnchenzellen (Exsudatkugeln), von denen früher die Rede war, vollkommen ähnlich. In andern Fällen enthalten die Zellen Körnchen von schwarzem Pigment, welche sich durch ihre intensiv schwarze Farbe und ihre Unlöslichkeit in Aether von den Fettkörnchen der erwähnten Körnchenzellen unterscheiden.

Von allen diesen genannten Zellen gilt das allgemeine Gesetz, daß durch Einwirkung von Essigsäure

ihre Wände heller und durchsichtiger werden, ja zuletzt fast ganz verschwinden, während ihre Kerne unverändert bleiben, durch Behandlung mit Ammoniak dagegen nicht nur ihre Wände, sondern auch ihre Kerne allmählig verschwinden.

Man sieht nun im Gesichtsfelde des Mikroskops gewöhnlich eine außerordentlich große Menge der beschriebenen Zellen, die bald nur einer, bald mehren, bald allen der erwähnten verschiedenen Arten angehören: sie erscheinen bald vereinzelt, bald in kleineren oder größeren Partieen vereinigt, ohne daß man irgend eine Zwischensubstanz, ein Bindemittel entdecken könnte. Bisweilen sind sie allein vorhanden, bisweilen entdeckt man außer ihnen noch Fetttröpfchen. Bisweilen erscheinen dazwischen, namentlich wenn die Substanz mehr aus den Rändern des Tuberkels genommen wurde, sehr viele wahre Körnchenzellen.

Hat man sich auf diese Weise mit den Elementen der Tuberkeln bekannt gemacht, so gehe man zur Untersuchung ihrer Structur, der Anordnung der beschriebenen Elemente, ihrer Verbindung zum Ganzen über.

Man schneide mit einer feinen Scheere, oder besser noch mit dem Doppelmesser, ein dünnes Stückchen von der Tuberkelsubstanz ab, bringe es auf den Objectträger, bedecke es mit einem Glasplättchen, ohne Wasser zuzusetzen, und untersuche wieder. Man sieht nun in der eigentlichen Tuberkelsubstanz durchaus keine Blutgefäße und überzeugt sich durch wiederholte Untersuchungen solcher frischer Durchschnitte, daß die Tuberkelsubstanz nicht nur selbst keine Blutgefäße enthält, sondern daß auch durch ihre Ablagerung in's Lungengewebe die ursprünglichen Blutgefäße der Lungen comprimirt und undurchgängig geworden sind. Man entdeckt dagegen die schlingenartig verlaufenden, Maschen bildenden Faserbündel

der Lungensubstanz noch ganz unverändert zwischen der Tuberkelmasse; sollten sie, von der Tuberkelmasse verdeckt, nicht sogleich deutlich erscheinen, so werden sie es nach dem Zusatze von Ammoniak, welches die Tuberkelsubstanz durchsichtig macht. Analysirt man durch Auswaschen mit Wasser, Zerreiben, Zerreißen mit Nadeln u. s. f. die Tuberkelsubstanz genauer, indem mnn einen solchen feinen Durchschnitt in seine morphologischen Elemente aufzulösen sucht, so überzeugt man sich, daß sie bloß aus einem Aggregat der erwähnten Tuberkelzellen ohne alles sichtbare Bindemittel besteht. Man überzeugt sich ferner durch fortgesetzte Untersuchungen der Art, daß die Tuberkelmasse zwischen die unveränderte Lungensubstanz abgelagert ist, wobei indeß die Blutgefäße sowohl, als die feinsten Bronchialäste und ihre Endigungen allmählig comprimirt und unwegsam werden. Untersucht man die Umgebungen der Tuberkel auf die beschriebene Weise mikroskopisch, so findet man, daß das mit Tuberkelsubstanz infiltrirte Lungengewebe ganz allmählig in das gesunde Gewebe übergeht; man entdeckt in ersterem nie eine die Tuberkeln einschließende Membran u. dergl. Das umgebende Lungengewebe erscheint bisweilen ganz normal, bisweilen mit Körnchenzellen erfüllt, — eine Folge der durch den Druck der Tuberkelmasse in den umgebenden Theilen bewirkten Entzündung.

Es bleibt nun noch übrig, daß man die Entstehung und allmählige Ausbildung der Tuberkeln kennen lerne. Dies läßt sich sehr selten an einem und demselben Individuum beobachten, gewöhnlich ist dazu eine Reihe von Untersuchungen an verschiedenen Individuen nothwendig, deren Tuberkeln sich in verschiedenen Entwickelungsstadien befinden.

Das erste Stadium der Tuberkeln, ihre Anfänge zu beobachten, gelingt sehr selten: man sieht dann,

wenn man sie auf die beschriebene Weise mikroskopisch untersucht, eine amorphe Masse in das Lungengewebe abgelagert, welche durch Essigsäure und ebenso durch Ammoniak allmählig verschwindet, also wahrscheinlich eine Proteinverbindung. Gewöhnlich findet man in ihr schon Rudimente von Gallenbildung. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung geht diese Masse (Blastem) allmählig ganz und gar in Tuberkelzellen über. Diese Stufe der Entwickelung, die erfolgte Zellenbildung ist diejenige, welche man an noch nicht zerflossenen Tuberkeln fast immer beobachtet.

Leichter gelingt es, das letzte Stadium der Entwickelung von Tuberkeln zu beobachten, da zerflossene Tuberkeln sehr häufig vorkommen. Wir können uns bei Beschreibung der hier anzuwendenden Untersuchungsmethode kurz fassen, indem wir den Leser auf dasjenige verweisen, was früher über die Untersuchung von Auswurf bei **Tuberculosis** gesagt wurde.

Bringt man etwas von der in einer noch ungeplatzten, **Vomica** enthaltenen, breiartigen Masse auf den Objectträger, indem man es mit Wasser verdünnt, so sieht man eine unbestimmte, farblose Masse, in der man Reste zerstörter Tuberkelzellen, Körnchen aufgelös'ter Körnchenzellen und Partien macerirter Faserbündel des Lungengewebes entdeckt. Man überzeugt sich durch öfter wiederholte Untersuchungen, daß bei weiter fortschreitender Entwickelung die Tuberkelzellen allmählig zerfließen und zugleich der Theil des Lungengewebes, in dem sie infiltrirt waren, abstirbt und sich partienweise von dem gesunden Gewebe ablös't. In den Umgebungen zerflossener Tuberkeln entdeckt man gewöhnlich Körnchenzellen und Eiterkörperchen.

Untersuchung von Balggeschwülsten.

Die folgende Untersuchung einer Balggeschwulst soll als Beispiel einer vollständigen mikroskopischen

sowohl, als quantitativ chemischen Untersuchung einer organisirten Substanz dienen.

Die Balggeschwulst hatte sich vor dem rechten Ohre einer etwa 30jährigen Frau gebildet und war von der Größe eines Taubeneies. Sogleich nach ihrer Exstirpation wurde sie untersucht.

Die ganze Geschwulst war von einem glatten Balg umgeben, der die Dicke des Schreibpapieres hatte. Von diesem wurde mit einer scharfen Scheere ein kleines Stückchen abgeschnitten, auf den Objectträger gelegt, ohne Wasserzusatz mit einem Glasplättchen bedeckt und bei 200maliger Vergrößerung untersncht. Das ganze Stückchen zeigte viele, noch mtt Blut erfüllte, mit einander anastomosirende Capillargefäße. Mehre Stückchen von verschiedenen Stellen des Balges zeigten dasselbe: der ganze Balg enthielt also sehr viele deutliche Blutgefäße.

Ein Stückchen des Balges wurde nun mit Wasser ausgewaschen, mit feinen Nadeln so viel, als möglich, zerfasert und bei derselben Vergrößerung untersucht. Es erschienen sehr viele geschlängelte Zellgewebfasern, welche, zu Bündeln vereinigt, sich in allen Richtungen durchkreuzten. Untersuchungen anderer Stellen des Balges, auf dieselbe Weise angestellt, zeigten dasselbe: der Balg bestand also aus einer fibrösen Haut, war aus Fasern zusammengewebt, welche denen des Zellgewebes und der Sehnen ganz analog sind.

Ein größeres Stück der Balgmembran wurde frei präparirt, ihre innere Fläche, nachdem sie vorher mit Wasser abgewaschen war, mit einem Messer abgeschabt, das Abgeschabte auf den Objectträger gebracht, mit Wasser versetzt, bedeckt und bei 200maliger Vergrößerung untersucht. Man sah deutliche, $\frac{1}{100}$''' große Zellen, die meisten mit Kernen: sie wa=

ren zu größeren Partien membranartig aneinander gereiht. Durch Zusatz von Essigsäure wurden ihre Kerne besonders deutlich, indem die Zellenwände durchsichtiger wurden. Wiederholte Untersuchungen der Art, mit verschiedenen Stellen der innern Fläche der Balgmembran angestellt, ließen keinen Zweifel, daß die ganze Balgmembran an ihrer inneren Fläche, wie die serösen Häute überhaupt, mit einem zelligen Epithelium ausgekleidet war.

Nun wurde zur Untersuchung des Inhaltes geschritten. Dieser bildete eine weißliche, grumöse Masse, welche sich leicht zerdrücken ließ, und aus einzelnen Stückchen bestand, die weder unter sich, noch mit der Balgmembran den geringsten Zusammenhang hatten.

Der Inhalt wurde bei 200maliger Vergrößerung mikroskopisch untersucht, indem ein Stückchen desselben auf den Objectträger gebracht und durch ein aufgelegtes Glasplättchen zerdrückt und gleichmäßig ausgebreitet wurde. Man entdeckte

a) farblose, ovale, kernlose Zellen, etwa $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{100}$''' lang und $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{150}$''' breit, welche bei weitem den Hauptbestandtheil der Masse bildeten;

b) blätterige, etwas verschobene Krystalle von Cholestearin (wie die in Fig. 287 abgebildeten) in ziemlicher Menge;

c) amorphe Körner von verschiedener Größe und Form, alle ganz durchsichtig und farblos. Durch Zusatz von Essigsäure wurde in der Masse nichts verändert.

Durch Weingeist wurden die Zellen etwas corrugirt und einige von ihnen dunkler (vielleicht durch Gerinnung von Eiweiß, dessen Menge aber nur höchst gering sein konnte, da auch unter dem Mikroskop kein eigentlicher Niederschlag bei'm Zusatz von Alko-

hol erfolgte). Die Cholestearinkrystalle und die Körnchen wurden nicht verändert.

Durch zugesetzte Salpetersäure wurden die Zellen gleichfalls etwas corrugirt, es erfolgte aber keine Trübung, kein Niederschlag (also konnte höchstens eine Spur von flüssigem Eiweiß zugegen sein). Die Cholestearinkrystalle und die Körnchen wurden nicht verändert.

Außer den beschriebenen Elementen konnte man auch bei wiederholten Untersuchungen verschiedener Stückchen aus verschiedenen Theilen des Inhaltes nichts wahrnehmen. Es geht aber aus dieser mikroskopischen Untersuchung hervor

1) daß der Inhalt der Geschwulst organisirt ist, aus kernlosen Zellen besteht, welche aber nur lose neben einander liegen, und weder unter sich, noch mit den Wänden der Geschwulst, der Balgmembran, zusammenhängen;

2) daß zwischen diese Zellen Krystalle von Cholestearin und körnige Massen, deren Natur sich durch die mikroskopische Untersuchung allein nicht näher bestimmen läßt, abgelagert sind;

3) daß die Geschwulst in ihrem Innern weder Blutgefäße enthält, noch wie die meisten thierischen Gewebe, von einer eiweißhaltigen Flüssigkeit getränkt ist. Sie enthält höchstens eine Spur von flüssigem Eiweiß.

Der Inhalt der Geschwulst wurde nun einer quantitativen chemischen Analyse unterworfen. Da kein Eiweiß zugegen war, dessen Gerinnung ein Ausziehen der frischen Geschwulst mit Wasser nöthig gemacht haben würde, um das bei'm Trocknen Statt findende Gerinnen desselben zu verhindern, wurde der größte Theil des sorgfältig ausgeschälten Inhaltes der Geschwulst im Wasserbade getrocknet. Diese

Operation wurde in einem Uhrglase vorgenommen.

Das Uhrglas mit der frischen Substanz wog	9,62 Grm.
Das leere Uhrglas wog	7,57 "
Die frische Substanz wog also . . .	2,05 Grm.
Nach dem vollständigem Trocknen wog die Substanz mit dem Uhrglas . .	8,08 Grs.
Das leere Uhrglas	7,57 "
Die trockene Substanz also	0,51 Grm.

Es waren also während des Trocknens 1,54 Grm. von dem Gewichte der Substanz verschwunden.

Dieser Verlust bestand größtentheils aus Wasser. Doch entwickelte die Substanz während des Trocknens einen deutlichen Geruch nach Buttersäure, es ging also dabei auch etwas Buttersäure verloren. Da aber die frische Substanz nicht im mindesten nach Buttersäure roch, so mußte sich diese Säure erst während des Erhitzens durch Oxydation von Butterfett gebildet haben, es konnte also während des Abdampfens nur eine sehr geringe Menge sich verflüchtigt haben. Um ganz sicher darüber zu sein, wie viel Buttersäure während des Trocknens verloren geht, müßte man eine Quantität Substanz in einer Retorte trocknen, die abdunstende Flüssigkeit in einer Vorlage auffangen nnd in dieser Flüssigkeit die Buttersäure durch Sättigen mit Kalk oder Baryt bestimmen (s. Bestimmung der Buttersäure). Die geringe Quantität der zu Gebote stehenden Substanz erlaubte es jedoch nicht, diesen Gegenversuch zu machen.

Berechnet man, der leichteren Uebersicht wegen, die oben gefundenen Zahlen auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportionen:

1) Für den Gehalt an festen Bestandtheilen:
$205 : 51 = 1000 : x\ (= 249)$.

2) Für den Wassergehalt:

205 : 154 = 1000 : x (= 751).

Darauf wurde eine Portion der getrockneten Substanz in einem dünnen Porcelanschälchen verbrannt, um ihren Gehalt an feuerbeständigen Salzen kennen zu lernen.

Das Schälchen mit der Substanz wog	6,08 Grm.
Das leere Schälchen	5,94 „
Die Substanz also	0,14 Grs.

Die Substanz wurde über der Flamme einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge erhitzt: sie verbrannte mit leuchtender, stark rußender Flamme. Die rückständige Kohle konnte nur durch Zusatz von Salpetersäure vollkommen verbrannt werden. Der Rückstand bestand in einer kaum wahrnehmbaren Trübung des Schälchens, in einem leichten Anfluge von Asche, nicht, wie sonst gewöhnlich, wenn man salzhaltige Theile einäschert, in einer weißen Salzkruste.

Das Schälchen wog nach dem Verbrennen mit der Asche	5,94 Grm.
Das leere Schälchen wog	5,94 „
Es bleibt also für das Gewicht d. Asche	0,00 Grm.

Das Gewicht der feuerbeständigen Theile der Substanz war also fast = 0, es betrug höchstens 1 Milligramme, was Vogel's Wage nicht mehr angiebt; und der Gehalt der Substanz au feuerbeständigen Theilen ist nur eine Spur.

Eine andere Portion der getrockneten Substanz, 0,23 Grm. dem Gewichte nach, wurde mit Alcohol von 830 spec. Gewichte ausgekocht, und dies so oft erneuert, als frischer kochender Alcohol noch etwas auszog. Der alcoholische Auszug wurde jedesmal noch kochend heiß durch ein gewogenes Filtrum filtrirt und das Filtrat in einem Schälchen gesammelt.

Dieses Filtrat hatte folgende Eigenschaften: es reagirte stark sauer, roch nach Buttersäure, ein

Tropfen davon, auf dem Objectträger verdunstet, wurde mikroskopisch untersucht: er enthielt kleine Krystalle von Cholestearin, Fetttröpschen und als Hauptmasse amorph-körnige Partien von wurstförmiger Gestalt und dunkler, bräunlicher Farbe. Das Filtrat wurde im Wasserbade getrocknet, wobei außer dem Alcohol auch etwas, wahrscheinlich aber nur eine sehr geringe, Menge Buttersäure verloren ging, die aus dem früher erwähnten Grunde ihrer Quantität nach nicht näher bestimmt werden konnte.

Das Schälchen mit dem trocknen Filtrat wog	27,69 Grm.
Das leere Schälchen	27,57 „
Der trockene Alcoholauszug wog also	0,12 Grm.

Da dieser Rückstand aus einem Gemische von Fett mit Alcoholextract bestand, so wurde er, um beide Materien zu trennen, mit warmem destillirten Wasser so lange behandelt, als dieses noch etwas auszog: das in warmem Wasser (von etwa 20 Grad) Unlösliche wurde sorgfältig auf einem gewogenen Filtrum gesammelt. Das Filtrum mit den Fetten wurde getrocknet und gewogen.

Das Filtrum mit Inhalt wog . . .	0,355 Grm.
Das leere Filtrum hatte gewogen . .	0,320 „
Der im Wasser unlösliche Rückstand wog	0,035 Grm.

Dieser Rückstand wurde mikroskopisch untersucht: er zeigte Krystalle von Cholestearin und weiche, körnige, leicht zerdrückbare Fettmassen (Butterfett), aber weder Tropfen von Elain, noch Nadeln von Margarin. Er roch immer noch nach Buttersäure. Er bestand also aus Cholestearin und Butterfett: eine quantitative Trennung derselben hätte bei einer größeren Quantität durch Kochen mit Kalilauge geschehen können: das Butterfett wäre dadurch verseift und in Wasser auflöslich geworden, das Cholestearin unverändert

zurückgeblieben. Seine geringe Menge machte aber die Anwendung dieser Methode unmöglich: der mikroskopischen Untersuchung nach war Cholestearin und Butterfett ungefähr in gleicher Menge zugegen.

Berechnet man die gefundene Fettmenge auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportion:

230 (gesammte trockene Substanz): 35 = 249 (Gehalt an festen Bestandtheilen): x (= 38). Der in Wasser auflösliche, von den Fetten abfiltrirte Theil des Alcoholauszuges wurde in einem Schälchen aufgefangen; das Waschwasser, mit dem das fetthaltige Filtrum ausgewaschen wurde, ihm beigefügt, darauf das Filtrat im Wasserbade getrocknet.

Das Schälchen mit dem trocknen Rückstande wog	29,075 Grm.
Das leere Schälchen	28,990 „
Der in Wasser lösl. Theil des Alcoholextr. wog also	0,085 Grm.

Die gefundene Menge wurde wiederum auf 1000 Theile Substanz berechnet, nach folgender Proportion:

230 : 85 = 249 : x (= 92).

Dieser Wasserauszug hatte eine rothbräunliche Farbe, zerfloß nicht an der Luft, war vielmehr selbst nach mehren Tagen noch vollkommen trocken. Um die Natur der in ihm enthaltenen Bestandtheile zu entdecken, wurde er in etwas destillirtem Wasser aufgelöst.

Die concentrirte Auflösung hatte eine braunröthliche Farbe, reagirte stark sauer. Ein Tropfen davon, auf einem Objectträger vertrocknet, bildete, mikroskopisch untersucht, eine vollkommen amorphe gelbbräunliche Masse, ohne alle Spur von Krystallen.

Schwefelsäure bewirkt weder im Minimum, noch im Ueberschuß die geringste Trübung.

Salpetersäureund Essigsäure verhielten sich ebenso.

Wässerige Jodlösung bewirkte keine Trübung.

Durch Infus. Gallarum entstand eine milchige Trübung; der Niederschlag stellte unter dem Mikroskope zarte feinkörnig-amorphe Massen von bräunlicher Farbe dar.

Durch salpetersaures Silber entstand ein reichlicher weißer Niederschlag: er erschien unter dem Mikroskope sehr zart, bildete feinkörnig-amorphe, wurstförmige Massen, welche schwach gelblich oder vollkommen farblos waren; er enthielt also kein Chlorsilber, dessen Partien unter dem Mikroskope immer dunkel gefärbt erscheinen.

Durch Platinchlorid entstand ein sehr geringer Niederschlag; er erschien unter dem Mikroskope vollkommen amorph, nicht krystallinisch.

Durch neutrales essigsaures Blei eine schwache weißliche Trübung.

Durch basisch essigsaures Blei ein reichlicher weißer Niederschlag, der unter dem Mikroskope wurstförmig, feinkörnig-amorph, farblos erschien.

Durch Kaliumeisencyanid eine Spur von Trübung; der Niederschlag erschien unter dem Mikroskope feinkörnig-amorph.

Durch Eisenchlorid keine Trübung. Durch Zusatz von Ammoniak zu der mit Eisenchlorid versetzten Flüssigkeit erfolgte eine Ausscheidung von Eisenoxyd.

Durch Quecksilberchlorid ein weißer Niederschlag, der unter dem Mikroskope sehr zart, feinkörnig-amorph, farblos erschien.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul ein sehr reichlicher weißer Niederschlag, unter dem Mikroskope feinkörnige, meist wurstförmige Massen von bräunlicher Farbe bildend.

Die in der Flüssigkeit enthaltene freie Säure war also wahrscheinlich Milchsäure, wiewohl das der Flüssigkeit zugesetzte Eisenchlorid durch einen Ueber-

schuß von Ammoniak sogleich gefällt wurde; freie Buttersäure konnte sie nicht sein, diese wäre durch das Trocknen jedenfalls verflüchtigt werden; überdies fehlte der Geruch nach Buttersäure. Eben wegen der mangelnden Flüssigkeit konnte es auch keine Essigsäure sein. Die außer der Milchsäure in der Flüssigkeit enthaltenen Materien können nur solche sein, welche wir früher unter dem gemeinschaftlichen Namen Alcoholextract zusammengefaßt haben, wiewohl ihre Reactionen von denen, welche der Alcoholextract des Muskelfleisches zeigt, einigermaßen abweichen.

Nachdem auf diese Weise die in Alcohol von 830 spec. Gewicht löslichen Theile des Inhaltes der Balggeschwulst bestimmt waren, wurde zur Untersuchung der in diesem Medium unlöslichen Materie geschritten.

Wir haben oben bemerkt, daß, nach dem Ausziehen der 0,23 Grm. trockener Substanz mit Alcohol, das in kochendem Alcohol Unlösliche sorgfältig auf einem gewogenen Filtrum gesammelt wurde. Um nun zu sehen, welche morphologische Theile der Substanz durch den kochenden Alcohol aufgelös't worden waren, wurde ein Minimum des Rückstandes mikroskopisch untersucht. Er bestand bloß aus Haufen von Zellen, wie wir sie früher beschrieben haben: diese Zellen hatten gar keine sichtbare Veränderung erlitten, waren höchstens etwas zusammengeschrumpft, dagegen waren die Cholestearinkrystalle und die körnigen Massen vollkommen verschwunden. Die bisherige chemische Untersuchung giebt uns aber Aufschluß über die Natur dieser körnigen Massen, welche durch die mikroskopische Untersuchung allein nicht vollständig bestimmt werden konnte. Sie können nur Butterfett gewesen sein.

Das erwähnte Filtrum mit den in Alcohol unlöslichen Theilen wurde mehrmals mit kochendem Al-

cohol ausgewaschen, der dem Filtrate beigefügt wurde, dann im Wasserbade getrocknet und gewogen.

Das Filtrum mit Substanz wog . .	0,43 Grm.
Das Filtrum allein hatte gewogen . .	0,32 =
Die getrocknete Substanz wog also . .	0,11 Grm.

Die Substanz mit dem Filtrum wurde nun längere Zeit mit destillirtem Wasser digerirt, das Aufgelös'te abfiltrirt, der Rückstand und das Filtrum wiederholt mit destillirtem Wasser ausgewaschen, und dieses dem Filtrate beigefügt. Das in einem Schälchen gesammelte Filtrat wurde im Wasserbade zur Trockene abgedampft.

Das Schälchen mit dem trocknen Filtrate wog	29,015 Grm.
Das leere Schälchen hatte gewogen .	28,990 =
Das trockene Filtrat wog also . .	0,025 Grm.

Berechnet man diese Menge auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportion:

$$230 : 25 = 249 : x \ (= 27)$$

Die durch Wasser gelös'te Substanz stellte getrocknet eine fast farblose, durchsichtige, spröde Masse dar, die aus der Luft keine Feuchtigkeit anzog. Um ihre Zusammensetzung zu erfahren, wurde sie in etwas destillirtem Wasser aufgelös't und filtrirt; das Filtrat, eine concentrirte wässerige Lösung verhielt sich gegen Reagentien folgendermaßen:

Ein Tropfen, auf dem Objectträger eingetrocknet, zeigte bei der mikroskopischen Untersuchung eine vollkommen amorphe, farblose Masse.

Durch Schwefelsäure entstand weder im Minimum, noch im Ueberschuß die geringste Trübung.

Salpetersäure und Essigsäure verhielten sich ebenso.

Durch **Infus. Gallarum** entstand ein reichlicher weißer Niederschlag, der unter dem Mikroskope amorph-feinkörnige Massen von rundlicher oder wurstförmiger Gestalt und rothbräunlicher Farbe bildete.

Durch Alcohol entstand ein reichlicher flockiger Niederschlag, der unter dem Mikroskope amorph-feinkörnig, farblos erschien.

Durch salpetersaures Silber ein reichlicher weißer Niederschlag, unter dem Mikroskope amorph-feinkörnige, farblose Masse bildend.

Durch Kaliumeisencyanid weder in der ursprünglichen, noch in der mit Essigsäure versetzten Flüssigkeit eine Spur von Trübung.

Durch Platinchlorid ein schwache Trübung; unter dem Mikroskope feinkörnige-amorphe Partien.

Aus diesem Verhalten geht hervor, daß die Flüssigkeit weder Eiweiß, noch Käsestoff enthielt: die in ihr enthaltenen Materien gehören wahrscheinlich alle zu denen, welche wir früher unter dem Wasserextract zusammenfaßten, wiewohl die Reactionen nicht vollkommen mit den bei'm Wasserextract des Muskelfleisches angegebenen übereinstimmen.

Die mit Wasser behandelten Zellen wurden mikroskopisch untersucht, sie hatten keine Veränderung erlitten: das Wasser hatte also nur Wasserextract aus ihnen ausgezogen.

Um die Quantität der Zellen zu bestimmen, braucht man nur das Gewicht des Wasserextractes von ihnen abzuziehen.

Wir hatten aber das Gewicht der Zellen mit dem Wasserextract gefunden	0,110 Grm.
Das Gewicht des Wasserextractes davon abgezogen	0,025 „
bleibt für die Zellen	0,085 Grm.

Berechnet man diese Quantität auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportion:

$$230 : 85 = 249 : x \; (= 92).$$

Es wäre nun noch sehr interessant gewesen, die chemische Beschaffenheit der Substanz, aus welcher

die Zellen bestehen, zu studiren. Man hätte sie mit dem Wasser längere Zeit kochen können, um zu sehen, ob sie Leim geben; man hätte sie mit concentrirter Salzsäure kochen können, um zu erfahren, ob sie sich darin mit Lilafarbe auflösen; man hätte selbst, da sie von allen fremden Substanzen befreit waren, ihre Elementaranalyse anstellen können, aber die geringe Quantität derselben machte alle weitere Untersuchung unmöglich. Wir können nur vermuthen, daß ihre Substanz aus einer Proteinverbindung bestand.

Stellt man nun die Resultate der chemischen Untersuchung zusammen, so erhält man folgendes **Resumé.**

1000 Theile frischen Inhaltes der untersuchten Balggeschwulst bestanden aus:

Wasser (mit einer Spur von Buttersäure) .	751
Fette (Cholestearin und Butterfett zu ungefähr gleichen Antheilen)	38
	789
Alcoholextract mit Milchsäure	92
Wasserextract	27
Trockene Zellensubstanz (vielleicht mit einer Spur von durch das Trocknen coagulirtem Eiweiß)	92
Feuerbeständige Salze eine Spur	—
	1000

A n h a n g.

Beispiele von mikroskopisch-chemischen Untersuchungen zur Anleitung und zur Erläuterung des früher Gesagten *).

Einleitende Bemerkungen.

Gesetzt, der Anfänger kenne die einzelnen Theile seines Mikroskopes und ihren Gebrauch, er habe sich geübt, die demselben beigegebenen Probeobjecte zu betrachten, verstehe, sie gehörig zu beleuchten, zu zeichnen, zu messen; — er habe einige Uebung in den nöthigsten chemischen Handgriffen und kenne die Methoden, die verschiedenen organischen und unorganischen Grundstoffe qualitativ und quantitativ zu bestimmen; so hat er damit noch nicht alle Schwierigkeiten überwunden. Sobald er es versucht, zu selbst-

---

*) Wir entnehmen das Folgende aus dem Vogel'schen Werke. H.

ständigen Arbeiten überzugehen und Untersuchungen ihm unbekannter, noch nicht zubereiteter Gegenstände anzustellen, wird er auf neue Hindernisse stoßen. Es ist der Zweck und die Aufgabe der gegenwärtigen Abtheilung, diese Hindernisse so gut als möglich beseitigen zu helfen.

Die Hindernisse, welche dem Anfänger bei selbstständigen mikroskopischen und chemischen Untersuchungen entgegentreten, sind hauptsächlich von zweierlei Art. Erstlich wird es ihm häufig schwer, darüber in's Reine zu kommen, welche Methode er bei einer gegebenen Untersuchung einschlagen soll. Um einen Gegenstand gründlich mikroskopisch oder chemisch zu untersuchen, genügt es nämlich nicht, daß man ihn ohne Weiteres unter das Mikroskop bringe oder mit chemischen Reagentien behandle und das Gesehene und Erfahrene aufzeichne: man muß ihn vielmehr erst zur Untersuchung vorbereiten, muß bei der Untersuchung selbst gewisse Vorsichtsmaßregeln beobachten, kurz, man muß methodisch verfahren, wenn die Resultate der Arbeit für die eigene Ueberzeugung und für die ganze Wissenschaft brauchbar sein sollen. Die anzuwendende Methode kann aber nicht in jedem Falle dieselbe sein; sie muß vielfach abgeändert werden, und fast jeder Fall erfordert seine eigene Methode.

Das zweite Hinderniß liegt darin, daß man sich gewöhnlich nicht mit den Resultaten seiner eigenen Beobachtung begnügen darf; um das Gesehene richtig zu deuten, es in seiner wahren Bedeutung zu erkennen, muß man die Erfahrungen Anderer benutzen, sie mit den seinigen vergleichen und die einen durch die anderen ergänzen. Dazu ist aber nöthig, daß man die Literatur eines Gegenstandes, über den man arbeitet, wenigstens ihrem Hauptinhalte nach kenne.

Das Folgende soll nun dem Anfänger als Vorbereitung zu selbständigen Untersuchungen dienen.

Er soll, stufenweise vom Leichteren zum Schwereren fortschreitend, allmählig Hand und Auge üben, soll an Beispielen lernen, wie man Gegenstände der verschiedensten Art zur Untersuchung vorbereitet, wie man bei ihrer Untersuchung selbst zu verfahren habe. Hat er die hier gegebenen Beispiele, meist leicht zu habende Gegenstände, ganz oder größtentheils untersucht, dann wird er sich im Stande fühlen, alle vorkommenden Untersuchungen leicht zu vollbringen und wird, wo die hier angegebenen Methoden nicht ausreichen, sich nach seinem Bedürfnisse neue Wege und Verfahrungsweisen leicht selbst entdecken können.

I. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen unorganischer Gegenstände.

Im unorganischen Reiche hat die mikroskopische Untersuchung noch keine sehr ausgebreitete Anwendung gefunden. Doch giebt es auch hier Fälle, wo sie wichtige Resultate geliefert hat, ja bereits unumgänglich nothwendig geworden ist. Solche Fälle sind:

1) um kleine mit bloßem Auge nicht mehr sichtbare Krystalle zu erkennen und ihre Form, ihr Krystallsystem zu bestimmen;

2) um fossile Infusorien zu entdecken und zu bestimmen, wie sie im Kieselguhr, Polirschiefer, Bergmehl u. s. w. sehr häufig vorkommen:

3) um zu bestimmen, ob ein Mineral, welches aus verschiedenen chemischen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, eine wirkliche chemische Verbindung, oder ein Gemenge, ein Aggregat, von mehren chemisch verschiedenen Substanzen sei. Das Letztere sieht man z. B. sehr schön bei'm Basalt.

Man verfährt bei solchen Untersuchungen auf folgende Weise:

Gewöhnlich untersucht man auch diese Gegenstände bei durchfallendem Lichte: man muß sie daher

sehr fein zertheilt anwenden. Bildet das Fossil oder Salz nicht schon ursprünglich ein Pulver, so muß es in ein solches verwandelt werden. Man schabt deßhalb etwas davon mit einem Messer ab, zerreibt eine kleine Menge in einem Achatmörser. Von diesem Pulver bringt man etwas auf den Objectträger. Es ist immer gut, einen Tropfen Wasser zuzusetzen, die Gegenstände werden dadurch besser vertheilt und erscheinen überhaupt viel schärfer und bestimmter. Sollte Wasser das Salz oder Mineral auflösen, so nimmt man statt desselben einen Tropfen Weingeist oder Oel. Man thut wohl, den Tropfen, der das Gemenge enthält, mit einem dünnen Glasplättchen zu bedecken; man vertheilt dadurch die Substanzen besser, bringt alle Theile in eine Ebene, verhindert das schnelle Verdunsten der Flüssigkeit, wobei überdies sich die Linse gewöhnlich mit Dunst beschlägt und verhütet das mögliche Eintauchen der Linse in die Flüssigkeit. Die beste Vergrößerung für solche Gegenstände, namentlich für Infusorien, ist eine ungefähr 200malige.

Beispiele einer solchen Untersuchung zu geben, ist wohl kaum nothwendig. Man erkennt die Krystalle sehr leicht an ihren regelmäßigen Formen, ihren ebenen Flächen und kann gewöhnlich bei einiger Uebung ihre Gestalt und das Krystallsystem, in das sie gehören, mit Leichtigkeit bestimmen, auch, nachdem man sie mit Hülfe der Camera lucida oder einer anderen der beschriebenen Vorrichtungen gezeichnet hat, mit dem Goniometer oder Transporteur ihre Winkel messen. — Ebenso erkennt man die Panzer der fossilen Infusorien sehr leicht an ihren eigenthümlichen Formen und kann gewöhnlich daraus das Genus, ja oft die Species derselben bestimmen.

Wenn man der Masse einen Tropfen Salzsäure zusetzt, kann man erkennen, ob das Fossil und die Panzer der Infusorien aus Kalkerde oder aus

Kieselerde bestehen; im ersteren Falle werden sie unter Entwicklung von Luftblasen aufgelös't, verschwinden unter dem Mikroskope; im letzteren nicht.

Ist das Infusorien enthaltende Fossil sehr dicht und hart, so daß es sich poliren läßt, ist es also z. B. Feuerstein, so kann man es am besten dadurch zur mikroskopischen Untersuchung vorbereiten, daß man es zu einer ganz dünnen Platte schleift oder schleifen läßt. Dasselbe kann man bei Basalt thun, um die dunkeln Partieen von Hornblende und Magneteisenstein in der farblosen und durchsichtigen Hauptmasse (Feldspath?) zu erkennen. Freilich ist dies Verfahren sehr mühsam, da die geschliffenen Platten, wenn das Mineral nicht sehr durchsichtig ist, sehr dünn sein müssen und die Dicke des Schreibpapiers selten übersteigen dürfen, wenn die Beobachtung deutlich werden soll.

Hat man etwas größere, vollkommen undurchsichtige Krystalle zu untersuchen, oder sitzen diese auf dem Muttergestein auf, so muß man sie als opake Gegenstände behandeln und bei auffallendem Lichte betrachten. Man muß sich aber dann mit einer 60 — 90maligen Vergrößerung begnügen und die Krystallform selten so genau bestimmen, als bei durchgehendem Lichte.

Um zu erfahren, ob ein Fossil eine chemische Verbindung oder ein bloßes mechanisches Gemenge bildet, kann man in manchen Fällen auch die mikrochemische Untersuchung mit der mikroskopischen verbinden. Gesetzt, man habe einen Kalkmergel zn untersuchen, so verfahre man auf folgende Weise: Man bringt etwas von dem zu Pulver zerriebenen Mineral mit sehr wenig Wasser befeuchtet auf den Objectträger des Mikroskopes und deckt ein Glasplättchen darüber. Man legt einen etwas anfgedrehten feinen Faden so unter das Deckplättchen, daß

das eine Ende desselben sich unter dem Glasplättchen in der Mitte des Minerals befindet, das andere frei auf dem Objectträger liegt. Auf Letzteres bringt man einige Tropfen verdünnte Salzsäure oder Salpetersäure: die Säure dringt durch Capillarität in den Faden, folgt dem Laufe desselben und wirkt auf die Substanz, welche unter Entwicklung von Kohlensäure zersetzt wird. Man sieht nun, indem man durch das Mikroskop beobachtet, ob nur gewisse Theilchen der Substanz Gasblasen entwickeln und ob am Ende des Versuchs, wenn frisch zugesetzte Säure keine Gasentwicklung mehr veranlaßt, noch einzelne Theilchen der Substanz ihre unveränderte Form, ihre scharfen Ecken zeigen, oder ob alle Theilchen Gasblasen entwickeln und alle mehr oder weniger vor der Säure afficirt worden sind. Im ersteren Falle war der kohlensaure Kalk mit den übrigen Theilen nur mechanisch gemengt, im anderen enthält jedes Theilchen etwas kohlensauren Kalk, und derselbe ist chemisch mit übrigen Bestandtheilen des Mergels verbunden. Versuche der Art sind jedoch nicht immer leicht, sie erfordern schon eine durch Uebung geschärfte Beobachtungsgabe.

Wie man zu erfahren habe, um die Krystallisation von Salzen aus ihren Auflösungen in Wasser u. s. w. unter dem Mikroskope zu beobachten, wurde bereits früher (bei der Anleitung zur mikrochemischen Untersuchung) angegeben.

An die mikrochemische Untersuchung unorganischer Gegenstände schließt sich die

Anwendung der mikroskopischen Untersuchung für technische Zwecke.

Die Anwendung der mikroskopischen Untersuchung für Zwecke des gewöhnlichen Lebens ist bis jetzt noch sehr beschränkt, sie kann aber sehr mannichfaltig und

häufig von großem Nutzen sein. Dieses Instrument giebt oft augenblicklich über Verhältnisse Aufschluß, deren Erforschung durch andere Mittel sehr mühsam und zeitraubend, ja kaum möglich wäre.

Vogel beschränkt sich hier auf Angabe einiger Untersuchungen, die ihm zufällig vorgekommen sind, und zu deren Anstellung keine Vorkenntnisse irgend einer Art erfordert werden.

Sehr interessante Aufschlüsse giebt die mikroskopische Untersuchung über alle solche Gegenstände, deren Brauchbarkeit für technische Zwecke durch den Grad der Kleinheit ihrer Theilchen, also durch die Feinheit ihrer Zertheilung bedingt wird. Dies gilt namentlich von allen Mineralfarben.

Es galt, mehre Farben der Art aus verschiedenen Fabriken zu untersuchen, von denen die einen, wiewohl ihre Lebhaftigkeit dieselbe war, sich doch bei der Anwendung als weniger brauchbar gezeigt hatten. Die mikroskopische Untersuchung wies sogleich die Ursache nach: die Theilchen der einen waren viel größer, als die der andern, was das bloße Auge nicht mehr erkennen konnte, eine 200malige Vergrößerung aber sehr deutlich zeigte.

So ist das Mikroskop ein vorzügliches Prüfungsmittel für Salben, deren Güte, wie z. B. die der grauen Quecksilbersalbe, zum Theil von der feinen Zertheilung ihrer kleinsten Theilchen abhängt.

Ein Minimum dieser Gegenstände, wenn sie pulverig und trocken sind, mit Wasser benetzt, unter das Mikroskop gebracht, zeigt sogleich den Grad der Feinheit ihrer kleinsten Theilchen; man kann durch mikroskopische Messungen den Grad der Feinheit und damit die respective Güte einzelner Sorten mathematisch genau bestimmen.

Ebenso kann das Mikroskop als Prüfungsmittel dienen, um Verfälschung wollener oder leinener

Stoffe mit Baumwolle zu entdecken. Bei einiger Uebung kann man jede Baumwollenfaser von den Fasern eines leinenen Fadens und ebenso von jedem Haar der Wolle mit Sicherheit unterscheiden. (**Dr.** Oschatz in Dingl. polyt. Journ. Bd. 110, S. 342).

Auf ähnliche Weise kann man durch das Mikroskop Verfälschung der Milch, der Chocolade mit Mehl entdecken. Setzt man zu diesen verfälschten Gegenständen unter dem Mikroskope etwas Jodlösung, so werden alle Amylonkörner des zur Verfälschung gebrauchten Mehles sogleich eine violette oder blaue Farbe annehmen.

II. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung von Pflanzentheilen.

Man darf hier natürlich keine vollständige Anleitung zu phytotomischen Untersuchungen erwarten; wir setzen vielmehr voraus, daß jeder Leser, der mikroskopische Untersuchungen von Pflanzentheilen vornehmen will, die Pflanzen-Anatomie und Physiologie ihren Hauptumrissen nach bereits kennt, und beschränken uns hier auf Angabe einiger practischen Handgriffe, welche dienen sollen, über die ersten Schwierigkeiten bei solchen Untersuchungen wegzuhelfen.

Pflanzentheile wird man, da gewöhnlich bedeutendere Vergrößerungen dabei nöthig sind, meist bei durchgehendem Lichte untersuchen.

Man beginne mit der Untersuchung von Theilen, die eine sehr einfache Structur haben, z. B. der Haare, die sich an behaarten Stengeln, Blättern u. s. w. finden. Man braucht sie bloß mit einer Scheere abzuschneiden, oder mit einem Messer abzuschaben, mit einem Tropfen Wasser auf den Objectträger zu bringen und mit einem Glasplättchen zu bedecken.

Darauf kann man an die Untersuchung zarter Blumenblätter gehen, die man vorher eine Zeit lang

in Wasser gelegt hat, um sie durch Austreiben der in ihnen enthaltenen Luft durchsichtiger zu machen.

Um die Structur innerer Theile zu untersuchen, mache man feine Durchschnitte; dies geschieht bei festen und holzigen Theilen mit Hülfe eines scharfen Messers, nur bei ganz weichen und saftigen Theilen, wo keine Beschädigung des Instrumentes zu fürchten ist, mit dem Doppelmesser. Auch um den Bau des Pflanzeneies kennen zu lernen, macht man am besten feine Durchschnitte mit dem Doppelmesser. Diese müssen hier sowohl als bei andern Pflanzentheilen, wenn man sich eine klare Einsicht in die Structur erwerben will, nach allen Richtungen in die Quere und Länge geführt werden.

Bisweilen muß man vor der mikroskopischen Untersuchung die Theile, deren Structur man kennen lernen will, erst sorgfältig präpariren: so muß man, um den Bau der mittleren Rindenschichten u. s. w. mikroskopisch untersuchen zu können, erst die sie bedeckenden Schichten wegnehmen.

Sehr häufig ist es möglich, ja nothwendig, bei phytotomischen Arbeiten auch mikroskopisch chemische Untersuchungen anzuwenden, So setze man einem Pflanzendurchschnitte u. dergl. Jodtinctur oder wässerige Jodlösung zu, um allenfalls vorhandenes Amylum zu entdecken, dessen Körner durch die Einwirkung des Jod eine violette oder blaue Farbe annehmen. Die mikrochemische Untersuchung dient ferner, um die Natur der in manchen Pflanzentheilen abgelagerten Krystalle, die chemischen Eigenschaften der Pflanzenfarbestoffe u. dergl. zu entdecken.

Diese kurzen Andeutungen mögen für den ersten Anfang genügen; wer die folgende Anleitung zur mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung thierischer Theile durchgemacht hat, wird die ihm vorkommenden Untersuchungen von Pflanzentheilen ohne

Schwierigkeit ausführen können, da Letztere viel einfacher sind und viel weniger practische Handgriffe erfordern, als die Untersuchungen thierischer Theile. Als Beispiele, wie man bei Pflanzenuntersuchungen, welche von den gewöhnlichen abweichen, zu verfahren habe, mögen sich die folgenden hier anschließen.

Kreislauf bei Pflanzen.

Den Kreislauf (Saftlauf) der Pflanzen beobachtet man am schönsten an den Charen. Chara flexilis sowohl, als Chara hispida kann zur Beobachtung des Kreislaufes dienen, letztere Art jedoch zeigt das Phänomen am schönsten.

Hat man sich Exemplare der Chara aus einem Teiche, See u. s. w. verschafft, so kann man sie in einer Schüssel oder einem großen Glase mit Wasser längere Zeit im Zimmer erhalten; die Pflanze hält sich so längere Zeit und setzt ihre Vegetation fort. Zur Beobachtung des Kreislaufes wählt man die dickeren Stengel und zwar ein so viel als möglich unversehrtes Stück derselben zwischen je zwei Knoten. Man schneide den Stengel außerhalb der beiden Knoten ab, indem man sich hütet, letztere zu verletzen und nehme die kleinen Seitenschößlinge weg. Die Präparation des Stengels beginne man damit, daß man die äußere Rindenschicht sorgfältig abschabt, ohne die innere Schicht von kohlensaurem Kalk, welche die Beobachtung ebenfalls stört. Man schafft sie dadurch hinweg, daß man den Stengel einigemal um seine Achse rollt, indem man mit der Fläche einer Messerklinge leicht aufdrückt, ähnlich wie man die Schale eines hart gesottenen Eies zerbricht, ehe man sie abnimmt. Ein leichtes Schaben mit der Messer-

klinge reicht dann hin, diese Schicht vollends wegzunehmen. Säuren darf man zur Auflösung der Kalkschicht nicht anwenden, weil diese auch die Saftcirculation stören.

Ist der Stengel ziemlich durchsichtig geworden, so kann man zur Beobachtung schreiten. Sie gelingt am besten, wenn sich der Stengel unter Wasser befindet; man lege ihn daher horizontal auf einen Objectträger, den man durch einen Rand von Siegellack zur Aufnahme einer kleinen Menge Wasser geschickt gemacht hat. Man sieht bei einer 100maligen Vergrößerung eine Menge kleiner Kügelchen, welche in beständiger Strömung begriffen sind; es sind immer zwei Strömungen vorhanden, die an beiden Seiten des Stengels in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbeigehen.

Hefenpflanzen.

Zu den einfachsten pflanzlichen Organismen, deren Entwicklung sich unter dem Mikroskope sehr schön beobachten läßt, gehören die Hefenpflanzen (Torula Cerevisiae nach Turpin), die überdies auch für den Pathologen von Interesse sind, da sie nicht selten in diabetischem Urin und in erbrochenen Flüssigkeiten vorkommen.

Untersucht man etwas gewöhnliche Bierhefe bei einer etwa 200maligen Vergrößerung, indem man einen halben Tropfen derselben auf den Objectträger bringt, mit etwas Wasser verdünnt und ein Glasplättchen darüber deckt, so sieht man in der Flüssigkeit sehr viele runde, durchsichtige Körperchen, von denen die meisten noch kleinere Körnchen in ihrem Innern enthalten. Dies sind die Hefenpflanzen in ihrer einfachsten Form.

Um die Entwicklung derselben zu beobachten, nehme man etwas Malzdecoct oder auch bloßes Zuk-kerwasser, setze ihm etwas Hefe zu und lasse es an einem warmen Orte in Gährung übergehen. Die Hefenpflanzen, welche Anfangs jede nur aus einem Kügelchen bestanden, treiben Knospen, die bald die Größe der ursprünglichen Körperchen erlangen; indem sie aber mit diesen im Zusammenhange bleiben, und von ihnen selbst wieder neue Knospen ausgehen, werden die Hefenpflanzen allmählig zu Reihen von paternosterförmig aneinandergereihten, meist etwas länglichen Kügelchen. Drei bis fünf solcher zusam-mengereihter Kügelchen bilden gewöhnlich eine Pflanze. Zu gleicher Zeit erscheinen in der Flüssigkeit junge Pflänzchen, die sich durch ihre geringere Größe von den alten unterscheiden. Diese Entwicklung der He-fenflanzen dauert so lange fort, bis die Gährung entweder unterbrochen wird oder vollendet ist, indem aller Zucker sich in Weingeist und Kohlensäure zer-legt hat.

III. Mikroskopische und mikrometrische Untersuchung thieri-scher Theile.

Dieser Abschnitt soll, dem Zwecke des Werkes entsprechend, so vollständig als möglich abgehandelt werden, damit auch der Ungeübtere eine Anleitung finde, wie er in allen ihm vorkommenden Fällen von mikroskopischen und chemischen Untersuchungen zu verfahren habe.

1) Untersuchung thierischer Flüssigkeiten.

a) Reine Flüssigkeiten ohne körperliche Theile.

Reine Flüssigkeiten sind kein Object für die mi-kroskopische Untersuchung, sie fallen entweder der rein chemischen oder der mikrochemischen Untersuchung an-

heim. Die bei solchen Untersuchungen zu befolgenden Methoden wurden bereits früher angegeben; hier soll an ein Paar Beispielen gezeigt werden, wie man sie praktisch ausführt.

Untersuchung der Flüssigkeit, welche die Sudamina eines Menschen enthielten.

Die Untersuchung soll als Beispiel einer mikrochemischen Untersuchung dienen.

Der Unterleib und die Brust eines Mannes, welcher an einem pituitösen Fieber darniederlag, war mit weißlichen, ungefärbten Bläschen bedeckt, welche stellenweise zusammenflossen. — Erhebungen der Oberhaut durch eine darunter ergossene Flüssigkeit (Sudamina, Hydroata).

Diese Bläschen wurden mit einer reinen Lanzette geöffnet, und von der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit so viel als möglich in einem kleinen Reagensgläschen aufgefangen. Die ganze Menge der gesammelten Flüssigkeit betrug nur einige Tropfen: sie war klar, farblos, ohne Geruch. Blaues und geröthetes Lacmuspapier wurden durch sie nicht verändert; sie enthielt also weder freie Säure, noch freies Alkali.

Ein Viertelstropfen derselben wurde mit einem Glasstäbchen auf ein Objectglas gebracht, mit einem Glasplättchen bedeckt und bei einer 200maligen Vergrößerung mikroskopisch untersucht. Einige Epidermoidaltheile ausgenommen, ließen sich keine festen Theile entdecken; diese Reste waren aber offenbar durch das Aufstechen der Bläschen und das Abstreifen der Oberhaut bei'm Auffangen der Flüssigkeit erst zufällig hinzugekommen. Die Flüssigkeit war ursprünglich ohne alle festen Theile.

Um ihre Bestandtheile kennen zu lernen, blieb nur die chemische Analyse übrig; da aber die geringe

Menge der Flüssigkeit keine chemische Untersuchung auf gewöhnlichem Wege erlaubte, wurde zur mikrochemischen Analyse geschritten.

Ein Viertelstropfen wurde wie vorhin auf ein Objectglas gebracht und mit einem Glasstäbchen ein halber Tropfen Alkohol zugesetzt: man entdeckte mit unbewaffnetem Auge keinen Niederschlag, eben so wenig, nachdem die mit Alkohol vermischte Flüssigkeit mit einem Glasplättchen bedeckt und unter das Mikroskop gebracht worden war.

Eine andere Quantität der Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure auf ähnliche Weise versetzt: sie zeigte weder dem unbewaffneten Auge, noch unter dem Mikroskope die geringste Spur eines Niederschlags.

Die Flüssigkeit enthielt also kein Eiweiß.

Ein Viertelstropfen der Flüssigkeit wurde auf dem Objectträger mit einem Viertelstropfen einer Auflösung von salpetersaurem Silber versetzt; es erfolgte sogleich ein schon mit bloßem Auge wahrnehmbarer weißer Niederschlag, der durch Zusatz von etwas Salpetersäure nicht verschwand und unter dem Mikroskope wurstförmige Massen von brauner Farbe darstellte: — Chlorsilber. Die Flüssigkeit enthielt also Chlormetalle in ziemlicher Menge.

Eine kleine Quantität Flüssigkeit mit Ammoniak versetzt, zeigte unter dem Mikroskope keine Spur eines Niederschlags; es war also weder phosphorsaurer Kalk, noch phosphorsaure Magnesia zugegen.

Nach Zusatz von Chlorbaryum zu einer Quantität Flüssigkeit konnte man unter dem Mikroskope keine Spur eines Niederschlages entdecken; die Flüssigkeit enthielt also keine schwefelsauren Salze.

Ein Tropfen Flüssigkeit wurde auf einem dünnen Platinblech über der Spirituslampe erhitzt; er hinterließ nach dem Verdampfen nur eine sehr geringe Menge eines weißlichen Rückstandes, der bei'm fort-

gesetzten Erhitzen sich nicht schwärzte und allmählig, ohne zu verpuffen, spurlos verschwand. Sie enthält also keine Extractivstoffe, keinen Salpeter, überhaupt keine feuerbeständigen Salze.

Ein Tropfen der Flüssigkeit wurde auf ein Objectglas gebracht und dieses mit einem Uhrglase bedeckt, um Staub abzuhalten. Man ließ nun die Flüssigkeit allmählig bei gewöhnlicher Zimmerwärme verdunsten. Der Rückstand wurde mikroskopisch untersucht (bei 200 maliger Vergrößerung); er zeigte viele Krystalle von verschiedener Größe, aber alle von einer und derselben Form, in welcher der Salmiak gewöhnlich krystallisirt. Außer den erwähnten Krystallen war durchaus kein Rückstand wahrzunehmen.

Aus dieser Untersuchung, zu der nur 4 — 5 Tropfen der Flüssigkeit nöthig waren, geht aber hervor:

1) daß die Flüssigkeit keine organischen Materien enthielt;

2) daß keine feuerbeständigen Salze in ihr enthalten waren;

3) daß sie bloß Chlormetalle enthielt, und zwar wie aus der Krystallform und aus der Verflüchtigung derselben bei'm Glühen hervorgeht, bloß Chlorammonium (Salmiak). Außer dem Salmiak war natürlich noch Wasser zugegen.

Wie viel Salmiak in 100 Theilen Wasser aufgelös't war, konnte nicht bestimmt werden, da die geringe Menge der Flüssigkeit eine quantitative Untersuchung unmöglich machte.

Untersuchung von Urin.

Die mikroskopische Untersuchung von Urin beschränkt sich auf eine Untersuchung seiner Sedimente, da er außer denselben keine körperlichen Theile enthält. Man erkennt die Natur eines Urinsedimentes theils an seinem Aussehen unter dem Mikroskope,

wie bei Epithelialzellen, Eiterkörperchen, theils an der Krystallform, wie die Krystalle der Harnsäure, der phosphorsauren Ammoniakmagnesia, theils an den chemischen Eigenschaften: so die Bodensätze, welche aus harnsaurem Ammoniak bestehen. Da von allen diesen Sedimenten und den Methoden, wie man sie mit Sicherheit erkennt, in einem späteren Theile dieses Werkes sehr ausführlich die Rede sein wird, so begnügen wir uns hier, die chemische Untersuchung eines normalen Urines mitzutheilen, als Beispiel einer vollständigen quantitativen chemischen Untersuchung.

Der untersuchte Urin war vollkommen klar, hell gefärbt, ohne Spur eines Sedimentes, reagirte sauer.

Zuerst wurde sein specifisches Gewicht bestimmt. Ein Glasgefäß mit engem Halse und eingeriebenem, durchbohrtem Glasstöpsel, wie es früher bei der Bestimmung des spec. Gewicht beschrieben wurde, wurde leer gewogen: es wog 4,00 Gramme. Darauf wurde es mit einem kleinen Trichterchen voll destillirtes Wasser gefüllt, der durchbohrte Glasstöpsel vorsichtig aufgesetzt, nachdem das überschüssige Wasser durch die feine Oeffnung des Stöpsels ausgetreten war, diese durch Auflegen des Fingers sorgfältig verschlossen, darauf das Glas von außen sorgfältig abgetrocknet und sogleich auf die Wage gebracht. Es wog mit destillirtem Wasser gefüllt 29,29 Grm.

Das Wasser wurde nun ausgeleert, das Gläschen mit etwas von dem zu untersuchenden Urin ausgeschwenkt, um alles anhängende Wasser zu entfernen; dann wurde es durch ein kleines Trichterchen mit Urin gefüllt, der Glasstöpsel vorsichtig aufgesetzt, das Glas wie vorher abgetrocknet und gewogen. Das Gläschen voll Urin wog 29,51 Grm. Daraus wurde nun das spec. Gewicht des Urines auf folgende Weise berechnet: das absolute Gewicht des im Gläschen enthaltenen Wassers (d. h. das Gewicht

des mit Wasser gefüllten Gläschens ohne das Gewicht des leeren Gläschens) verhält sich zum absoluten Gewichte des im Gläschen enthaltenen Urins, wie das spec. Gewicht beider. Setzt man nun das spec. Gewicht des Wassers = 1000, so erhält man folgende Proportion : 29,29 — 4,00 : 29,51 — 4,00 = 1000 : x. oder 25,29 : 25,51 = 1000 : x.

Durch Rechnung findet man x — 1008, 7; dies ist also das spec. Gewicht des untersuchten Urines.

Um die ungefähre chemische Zusammensetzung des Urines kennen zu lernen, läßt man einen Tropfen Urin auf dem Objectträger, mit einem Uhrgläschen bedeckt, verdunsten. Der sehr geringe Rückstand zeigt, mikroskopisch untersucht, bei 200maliger Vergrößerung in einer amorphen Masse sehr viele farrenkrautartige und ziemlich viele sternförmige Krystallgruppen: erstere lösen sich sehr leicht in einem Tropfen zugesetzten Wassers: es sind Krystalle von Salmiak. Letztere lösen sich nicht in Wasser, wohl aber in Säuren und werden durch Zusatz von Ammoniak wieder niedergeschlagen. Eben so kommen sie zum Vorschein, wenn man etwas Urin mit Ammoniak versetzt; untersucht man nach einiger Zeit den durch Ammoniak bewirkten Niederschlag mikroskopisch, so sieht man bloß sternförmig-farrenkrautartige Krystallgruppen — phosphorsauren Kalk —, aber keine Spur der Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia.

Ein Tropfen Urin mit Salpetersäure versetzt, zeigt nach einiger Zeit unter dem Mikroskope die charakteristischen rhombischen Krystalle der Harnsäure. Nach dem Verdunsten hinterläßt er einen sehr reichlichen krystallinischen Rückstand von weißlicher Farbe. Unter dem Mikroskope erkennt man, daß er aus farblosen blätterigen Krystallmassen von salpetersaurem Harnstoff besteht.

Einem Tropfen Urin wird etwas Oxalsäure zugesetzt; es entsteht keine Spur von Trübung. Der Urin enthält außer dem phosphorsauren Kalk keine weiteren Kalksalze. Bei'm Verdunsten des Tropfens erfolgt eine reichliche krystallinische Ausscheidung von oxalsaurem Harnstoff.

Nach dieser vorläufigen Untersuchung wird zur genauen quantitativen Analyse des Urines geschritten.

Ein kleines sehr dünnes Porcelanschälchen wird mit Urin gefüllt und gewogen.

Das Schälchen mit dem Urine wiegt	15,39 Grm.
Das leere Schälchen . . .	5,93 „
Also der in ihm enthaltene Urin .	9,46 Grm.

Der im Schälchen enthaltene Urin wird nun im Wasserbade zur Trockne abgeraucht.

Das Schälchen mit dem trocknen Rückstande wiegt.	6,12 Grm.
Das leere Schälchen . . .	5,93 „
Der Rückstand allein wiegt also .	0,19 Grm.

9,46 Gramme des untersuchten Urines hinterlassen also 0,19 Gramme trockenen Rückstand; der Rest ist Wasser. Berechnet man, der leichteren Übersicht wegen, die Menge der in 1000 Theilen Urin enthaltenen festen Bestandtheile, so enthält man folgende Proportion:

$$946 : 19 = 1000 : x \ (= 20{,}1).$$

Der trockene Rückstand wird nun über der Spirituslampe eingeäschert: die zurückbleibende Kohle wird nach dem Erkalten mit Salpetersäure befeuchtet und von Neuem so lange geglüht, bis alle Kohle verschwunden ist und der Rückstand eine Salzmasse von weißer Farbe darstellt. Das Schälchen mit dem feuerbeständigen Rückstande wird nun wieder gewogen:

es wiegt	6,03 Grm.
das leere Gläschen wog .	5,93 =
der feuerbeständige Rückstand wiegt also .	0,10 Grm.

Berechnet man, wie oben, den feuerbeständigen Rückstand auf 1000 Theile Urin, so erhält man folgende Proportion:

$$946 : 10 = 1000 : x \; (= 10{,}5).$$

Um nun zu erfahren, welche Salze der feuerbeständige Rückstand enthält, wird er mit destillirtem Wasser behandelt und das dadurch Aufgelös'te vom ungelös't Gebliebenen abfiltrirt.

Das Filtrat reagirt stark alkalisch.

Ein Theil desselben wird mit salpetersaurem Silber versetzt; es entsteht ein sehr reichlicher dottergelber Niederschlag, der bei'm Zusatze von Salpetersäure fast ganz wieder verschwindet. Das Filtrat enthält also eine ansehnliche Menge phosphorsaurer Salze.

Ein Theil des Filtrates wird mit Salpetersäure angesäuert und dann salpetersaures Silber zugesetzt; es entsteht eine sehr geringe weiße Trübung. Das Filtrat enthält also eine geringe Menge Chlormetalle.

Ein anderer Theil des Filtrates wird mit Salzsäure angesäuert und dann Chlorbaryum zugesetzt: es entsteht ein ziemlich reiner weißer Niederschlag. Die Flüssigkeit enthält also schwefelsaure Salze in ziemlicher Menge.

Einige Tropfen des Filtrates läßt man auf einem Glasplättchen vertrocknen; dem trocknen Salzrückstande wird ein Tropfen Salpetersäure zugesetzt, wodurch gleich ein lebhaftes Aufbrausen erfolgt. Das Filtrat enthält also auch kohlensaure Salze.

Nachdem auf diese Weise die Säuren bestimmt worden sind, geht man zur Auffindung der Basen über.

Ein Theil des Filtrates wird mit Oxalsäure versetzt: es entsteht keine Spur von Trübung. Die Flüssigkeit enthält also keine Kalksalze.

Ein anderer Theil wird mit Ammoniak versetzt; es entsteht keine Spur von Trübung. Die Flüssigkeit enthält also keine Magnesia, die sich außerdem bei gleichzeitiger Anwesenheit von Phosphorsäure durch den Zusatz von Ammoniak-Magnesia ausgeschieden haben müßte.

Durch Platinchlorid entsteht im Filtrate ein sehr unbedeutender Niederschlag, der unter dem Mikroskope krystallinisch erscheint. Die Flüssigkeit enthält also Kalisalze in geringer Menge.

Die Oese eines kleinen Platindrathes, mit einem Tropfen des Filtrates befeuchtet, und mit der Spitze der inneren Löthrohrflamme zum Glühen erhitzt, färbt die äußere Löthrohrflamme sehr intensiv gelb. Die Flüssigkeit enthält also Natronsalze.

Der in Wasser unlösliche Theil der feuerbeständigen Salze besteht demnach aus Natron und etwas Kali, welche verbunden sind mit viel Phosphorsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure (ziemlich viel) und Chlor (sehr wenig).

Der in Wasser unlösliche Theil der Salze wird in Salzsäure aufgelös't: er lös't sich ohne Aufbrausen. Die filtrirte Lösung wird mit Ammoniak übersättigt: es bildet sich ein reichlicher Niederschlag, der unter dem Mikroskope farrenkrautblätterig erscheint — phosphorsaurer Kalk.

Die vom phosphorsauren Kalk abfiltrirte Flüssigkeit giebt mit Oxalsäure versetzt keinen Niederschlag; sie enthält also keinen (durch Auflösen von kohlensaurem Kalk gebildeten) salzsauren Kalk.

Es wird nun zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs geschritten. Zu diesem Zwecke werden 60,5 Gramme Urin auf dem Wasserbade abgedampft:

der auf ein Drittheil ihres ursprünglichen Volumes abgedampften Flüssigkeit wird eine kleine Quantität Salpetersäure zugesetzt, welche von aller salpetrigen Säure vollkommen frei ist. Die Flüssigkeit nimmt eine röthliche Farbe an, und nach einiger Zeit scheiden sich die Flocken von schmutzig röthlicher Farbe aus ihr ab. Diese werden durch Filtriren von der Flüssigkeit getrennt, das Gefäß sowohl, welches die ursprüngliche Flüssigkeit enthielt, als das Filtrum mit destillirtem Wasser wohl ausgewaschen, und das Filtrat nebst dem Waschwasser wieder auf dem Wasserbade abgedampft, bis der Rückstand anfängt dicklich zu werden. Er wird nun vom Wasserbade abgenommen und ihm etwas mehr als ein gleiches Volumen Salpetersäure, die vollkommen frei salpetriger Säure ist, zugesetzt. Es bilden sich sogleich weißliche krystallinische Ausscheidungen von salpetersaurem Harnstoff; nach dem völligen Erkalten ist die ganze Masse in einen starren krystallinischen Brei von salpetersaurem Harnstoff verwandelt. Dieser wird sorgfältig auf einem gewogenen Filtrum von feinem Papiere gesammelt, und der den Wänden des Schälchens anhängende salpetersaure Harnstoff mit einem ebenfalls gewogenen Papiere sorgfältig abgewischt: letzteres wird in das Filtrum gesteckt. Nachdem der größte Theil der Flüssigkeit vom Filtrum abgelaufen ist, wird dieses zwischen Löschpapier ausgepreßt, um alle überflüssige Feuchtigkeit mit den in ihr enthaltenen Salzen des Urines zu entfernen, dieses so lange wiederholt, als frisches Löschpapier noch etwas einsaugt, dann das Filtrum mit dem salpetersauren Harnstoff im Wasserbade getrocknet.

Das Filtrum mit dem salpetersauren Harnstoff wiegt	1,26 Grm.
Das leere Filtrum nebst dem zum Abwischen des Harnstoffs von den Wäeden des Schälchens gebrauchten Papiere wog	0,47 „
Der salpetersaure Harnstoff wiegt also	0,79 Grm.

Diese Zahl ist indessen etwas zu groß, da das Filtrum sowohl, als das zum Abwischen gebrauchte Papier außer salpetersaurem Harnstoff auch noch andere Salze des Urines eingesaugt hat und in seinen Poren zurückhalten. Es wird daher der salpetersaure Harnstoff vom Filtrum und dem anälteren Papier sorgfältig abgenommen und für sich gewogen: er wiegt 0,66 Grm. Diese Zahl kommt der Wahrheit näher als die vorige, ist aber etwas zu klein, da ein geringer Verlust bei'm Sammeln des salpetersauren Harnstoffs unvermeidlich ist: wir nehmen daher aus beiden Zahlen das Mittel = 0,72 Grm.

Aus dieser Zahl wird nun die Menge des reinen Harnstoffs berechnet. Da 100 Theile salpetersaurer Harnstoff 52,6 Theile reinen Harnstaff enthalten, so erhält man folgende Proportion:

$$100 : 52,6 = 0,72 : x \; (= 0,379).$$

Berechnet man nun daraus die in 1000 Theilen Urin enthaltene Harnstoffmenge, so erhält man folgende Proportion:

$$60,5 : 0,379 = x \; (= 6,3).$$

Man hat nun die Hauptbestandtheile des Urines quantitativ bestimmt: wollte man noch die Menge der Harnsäure bestimmen, die in diesem Urine sehr unbedeutend war, so müßte man eine bedeutende Menge Urin anwenden, wenigstens 100 Gramme, diese im Wasserbade zur Trockene abdampfen, den trockenen Rückstand mit Alcohol erschöpfen. Das in

Alcohol Unlösliche ist Harnsäure mit einigen feuerbeständigen Salzen, phosphorsaurem Kalk, schwefelsauren Salzen rc. Man würde den Rückstand wägen, dann einäschern und wieder wägen. Der durch das Einäschern entstandene Gewichtsverlust würde ziemlich genau die Menge der Harnsäure ausdrücken.

Stellt man nun die erhaltenen Resultate zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

Der untersuchte Urin hat ein spec. Gewicht von 1008,7.

Er enthält in 1000 Theilen bei 100° flüchtige Stoffe, größtentheils Wasser . . . 979,9

Feuerbeständige Salze, nämlich kohlensaures Natron, phosphorsaures Natron, Chlornatrium, schwefelsaures Kali	10,5	
Harnstoff . . .	6,3	
Salmiak, Extractivstoff, Milchsäure . . .	3,3	
Also feste Theile überhaupt . .		20,1
		1000,0

b. Thierische Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen.

Bei Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen soll die chemische Untersuchung immer mit der mikroskopischen verbunden werden, wenn die Resultate einigermaßen brauchbar sein sollen. Die chemische Analyse derselben wird nach den schon früher angegebenen Regeln ausgeführt; mir nehmen daher in den folgenden Beispielen mehr auf die mikroskopische Untersuchung und die dabei nöthigen Handgriffe Rücksicht.

Blut.

Die Untersuchung des Blutes richtet sich, außer der vollständigen chemischen Analyse, hauptsächlich

auf die Untersuchung der Blutkörperchen, ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften, dann auf den Vorgang bei der Gerinnung des Blutes.

Um das mikroskopische Verhalten des Blutes kennen zu lernen und namentlich die Blutkörperchen nach allen ihren Eigenthümlichkeiten genauer zu studiren, wählt man am besten Froschblut, da dieses sehr große Blutkörperchen hat.

Man tödtet einen Frosch dadurch, daß man ihm mit einer großen Scheere den Kopf abschneidet und läßt das Blut aus den Halsgefäßen in ein Uhrgläschen tröpfeln, während ein Gehülfe das aufgefangene Blut mit einem Glasstäbchen 5 — 10 Minuten lang beständig umrührt, um allen Faserstoff abzuscheiden und das Gerinnen des Blutes zu einem Klumpen zu verhindern. Die Blutkörperchen selbst werden durch das Umrühren nicht im mindesten verändert.

Man bringt nun von dem geschlagenen Blute einen Tropfen auf den Objectträger, deckt ein Glasplättchen darüber und untersucht bei etwa 200maliger Vergrößerung. Die Blutkörperchen erscheinen als elliptische Körper von schwach gelblich rother Farbe, etwa $\frac{1}{80}'''$ lang und $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{150}'''$ breit: in ihrer Mitte erkennt man einen gleichfalls elliptischen oder rundlichen Kern. Bei Zusatz von Wasser werden die Blutkörperchen bläsiger, ihre Form wird unregelmäßig, der Kern erscheint deutlicher. Die durch Einwirkung des Wassers fast verschwundenen Hüllen der Blutkörperchen werden durch Zusatz von Jodtinctur wieder deutlicher: sie nehmen dadurch eine gelblich braune Farbe an. Durch längere Einwirkung von Wasser, von Essigsäure wird die Hülle der Blutkörperchen allmählig ganz aufgelös't und es bleibt nur der Kern übrig. Man kann auf diese Weise das Verhalten verschiedener Reagentien gegen die Blutkörperchen und ihre Kerne prüfen, indem man zu ei-

nem Tropfen geschlagenen Blutes einen oder mehre Tropfen eines beliebigen Reagens setzt, dieses eine Zeit lang einwirken läßt, dann ein Glasplättchen darauf legt und unter dem Mikroskope beobachtet.

Ebenso kann man unter dem Mikroskope die Einwirkung von Reagentien auf das die Blutkörperchen umgebende Blutserum beobachten: so gerinnt durch Zusatz von Salpetersäure, von essigsaurem Blei das Eiweiß des Blutserums.

Soll das Reagens sehr lange und sehr intensiv auf die Blutkörperchen oder das Blutserum einwirken, so digerirt man einige Tropfen mit einer größeren Menge des Reagens entweder in einem Uhrgläschen, und bringt dann nach längerer Einwirkung einen Tropfen des gehörig umgerührten Gemisches auf den Objectträger, oder man bringt Blut und Reagens zusammen auf einen Objectträger, den man mit einem Rande von Siegellack oder von Bleiweißfirniß (wie es bei der Anleitung zur mikrochemischen Untersuchung angegeben wurde) umgeben hat, und beobachtet so die Einwirkung stufenweise unter dem Mikroskope.

Um die Blutkörperchen von Menschenblut zu untersuchen, verfährt man auf ähnliche Weise, indem man eine Quantität frisches Blut schlägt, um den Faserstoff abzuscheiden und das Gerinnen zu verhindern, und dann einen Tropfen davon auf den Objectträger bringt. Gewöhnlich ist aber die Menge der Blutkörperchen so groß, daß man die einzelnen nicht gehörig beobachten kann. Man thut daher wohl, den Tropfen Blut durch etwas Zuckerwasser oder besser noch durch Blutserum zu verdünnen, da letzteres die Blutkörperchen gar nicht, ersteres nur nach längerer Einwirkung etwas verändert; reines Wasser verändert sie sogleich. Hat man keine größere Quantität von Blut zu seiner Disposition, so genügt es wenn man sich mit einer Nadel oder der Spitze ei-

nes Federmessers eine kleine Stichwunde beibringt und den herausgepreßten Tropfen Blut mit etwas Zuckerwasser verdünnt und auf den Objectträger bringt.

Im menschlichen Blute sind die Blutkörperchen rund, $\frac{1}{400}$''' groß, in der Mitte vertieft, wie ihr Schatten ganz deutlich zeigt: Kerne lassen sich mit Bestimmtheit an ihnen nicht erkennen.

Um die Gerinnung des Faserstoffes und die Bildung des Blutkuchens mikroskopisch zu beobachten, läßt man eine geringe Quantität frischen Blutes in ein Gläschen mit Zuckerwasser fließen; der größere Theil des Blutes sinkt zu Boden, gerinnt dort und bildet einen gewöhnlichen Blutkuchen. Der obere Theil der Flüssigkeit bleibt farblos oder sehr wenig gefärbt: man entdeckt in ihm nach vollendeter Gerinnung sehr zarte, spinnewebenartige Massen, welche die ganze Flüssigkeit durchziehen. Nimmt man diese heraus und bringt sie auf den Objectträger, indem man sie ausbreitet, mit einem Tropfen Zuckerwasser befeuchtet und bei 200maliger Vergrößerung untersucht, so sieht man vollkommen amorphe, farblose Massen (geronnenen Faserstoff), welche stellenweise, gleichsam in ihren Maschen, gelbrothe Partien von Blutkörperchen einschließen, von denen man die einzelnen sehr deutlich erkennt. Man überzeugt sich auf diese Weise, daß der Blutkuchen nicht durch Agglutination der einzelnen Blutkörperchen aneinander, sondern durch eine Gerinnung des Faserstoffes entsteht, welcher bei seinem Gerinnen die Blutkörperchen einschließt.

Bisweilen, doch nicht immer, gelingt es, den Vorgang bei der Gerinnung unter dem Mikroskope zu beobachten, wenn man einen Tropfen ganz frisches Blut, mit einigen Tropfen Zuckerwasser verdünnt, auf den Objectträger bringt, die Flüssigkeit in eine dünne Schicht ausbreitet und bei einer etwa 100 maligen Vergrößerung beobachtet.

Eiter.

Eiter nennt man gewöhnlich alle krankhaft abgesonderten Flüssigkeiten, welche eine dickliche, rahmähnliche Consistenz und eine weißliche oder gelbliche Farbe haben. Dieser sogenannte Eiter kann indessen einen sehr verschiedenen Ursprung, sehr verschiedene morphologische und chemische Eigenschaften haben, er kann wirklicher Eiter sein, kann aus abgestoßenen Epithelialtheilen, aus Fett, aus zerflossener Tuberkel- oder Markschwammmasse bestehen. Wir sprechen hier nur vom eigentlichen Eiter, dem pus bonum et laudabile der Chirurgen.

Um dessen mikroskopische Eigenschaften kennen zu lernen, wähle man Eiter von einer gutartigen eiternden Wunde, von einem vollkommen reifen Absceß äußerer Theile, bringe einen Tropfen davon auf den Objectträger, bedecke ihn mit einem Glasplättchen und beobachte bei 200maliger Vergrößerung.

Man entdeckt in einer farblosen Flüssigkeit sehr viele rundliche Körper von circa a $\frac{1}{150}$''' Durchmesser; dies sind die Eiterkörperchen. Sie sind selten vollkommen glatt und eben, gewöhnlich mit kleinen Körnchen besetzt. Behandelt man sie mit Essigsäure, so werden sie durchsichtig und in ihrer Mitte treten Kerne hervor, einer, zwei, auch drei, welche napfförmig ausgehöhlt erscheinen und in dem Maße deutlicher werden, als die sie umgebende Hülle durch die Einwirkung der Essigsäure verschwindet. Gewöhnlich sieht man außer den Eiterkörperchen noch andere, viel kleinere Körnchen; dies sind meist Fettkörnchen, wie ihr chemisches Verhalten zeigt.

Auswurf.

Die mikroskopische Untersuchung des Auswurfs ist nicht schwierig, setzt aber eine genaue Kenntniß

der Epithelialgebilde und der verschiedenen Producte der Entzündung, wie Kernchenzellen, Eiterkörperchen u. s. w., voraus.

Bei chemischen Untersuchungen derselben befolge man die für Analysen schleimhaltiger Flüssigkeiten angegebene Methode.

Man bringt etwas von dem Auswurf auf den Objectträger, deckt ein Glasplättchen darauf und untersucht bei 200 maliger Vergrößerung. Zeigt der Auswurf verschiedenartige Partieen, welche an Farbe, Consistenz u. dergl. von einander abweichen, so muß man jede dieser Partieen besonders untersuchen.

Man erkennt die unveränderten Epithelialzellen sogleich an ihrer eigenthümlichen Form (s. das später für die Untersuchung von Epithelium Mitgetheilte) und bemerkt sich, ob es Pflasterepithelium oder Cylinderepithelium ist. Man weiß, das ersteres aus der Mundhöhle, letzteres aus der Nase, trachea und Bronchien kommt. (Flimmerepithelium, oder Zellen mit Flimmerhaaren sieht man im Auswurf nie, oder höchst selten; da nun zwischen Flimmerepithelium und Cylinderepithelium weiter kein Unterschied Statt findet, als daß bei letzterem die Flimmerhaare des ersteren fehlen, so darf man keinen Anstand nehmen, das beobachtete Cylinderepithelium der Nase und dem Bronchien zuzuschreiben, wiewohl diese Theile eigentlich Flimmerepithelium enthalten.) Eben so läßt sich die Quantität der Epithelialzellen ziemlich genau abschätzen. Gewöhnlich sieht man außer Epithelialzellen nur noch Fetttröpfchen und Eiterkörperchen; man bemerke sich ihre Menge.

Im normalen Auswurf, d. h. in dem bei Katarrh und einfacher Reizung der Respirationsschleimhaut, sieht man in der Regel weiter keine körperlichen Theile: bisweilen noch Muskelprimitivbündel — Reste

von der Speise des Kranken, welche zwischen den Zähnen hängen geblieben sind.

Den Schleim macht man dadurch sichtbar, daß man Essigsäure zusetzt; er gerinnt dann und bildet unter dem Mikroskope amorphe Massen, welche die übrigen körperlichen Theile einschließen; so kann man auch eine ungefähre Menge abschätzen.

Sollte noch Eiweiß zugegen sein, so erkennt man dieses durch Zusatz von Salpetersäure, welches den Schleim nicht coagulirt: das Eiweiß gerinnt dadurch und bildet amorph-feinkörnige Partieen von bräunlicher Farbe.

Im Auswurf bei Bronchitis sind gewöhnlich die Epithelialzellen verschwunden und werden durch Eiterkörperchen ersetzt, die man vorzüglich daran erkennt, daß bei Zusatz von Essigsäure ihre Hüllen verschwinden und ihre Kerne zum Vorschein kommen. Man merke in solchen Fällen besonders auf die Form, welche die Aggregate von Eiterkörperchen zeigen. Bisweilen bilden sie große, unregelmäßige Massen, deren Durchmesser mehre Linien beträgt, bisweilen schmale Streifen von $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$''' Durchmesser. Man kann daraus mit ziemlicher Sicherheit auf den Sitz der Bronchitis schließen: im ersteren Falle sind mehr die größeren Bronchialäste, im letzteren ihre kleineren Verzweigungen der Sitz der Absonderung.

Ganz verschieden ist der Auswurf in der Pneumonie. Hier entdeckt man im ersten Stadium, so lange die sputa rostfarbig sind, gewöhnlich Blutkörperchen, welche bald einzeln in der Flüssigkeit schwimmen, bald mit ihren R ä n d e r n an einanderklebend, Reihen, Zeilen (nicht Säulen, wie im geschlagenen Blute) bilden, bald zu größeren Haufen vereinigt sind. Man erkennt die Blutkörperchen an ihrer gelbröthlichen Farbe und ihrer Größe: ihre Form ist ge-

wöhnlich verändert, der Eindruck in der Mitte verschwunden, ihre rundliche Form, wenn mehre an einander liegen, oft eckig geworden. Außer den Blutkörperchen sieht man noch Körnchenzellen, d. h. rundliche, $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{80}$''' große Aggregate von schwärzlichen Körnchen, und gewöhnlich sehr viele Eiterkörperchen.

Man unterscheidet auch hier bei einiger Uebung leicht, von welchen Stellen des Respirationssystems die einzelnen Partieen des Auswurfes herstammen. Man sieht kugelige Partieen, größtentheils aus Eiterkörperchen oder auch aus Körnchenzellen, mit Blutkörperchen gemischt, welche in Schleim eingebettet sind, bestehend; diese entsprechen den Endigungen der Bronchien, den Lungenzellen. Partieen von Eiterkörperchen, in Stränge von geringem Durchmesser geformt, entsprechen den feineren Bronchialästen. Der Auswurf aus den größeren Bronchialästen besteht aus Partieen, theils von Eiterkörperchen, theils von modificirten Epithelialcylindern, welche durch eine mehr schleimige Masse verbunden werden und dickere Stränge oder Bänder bilden. Die Theile des Auswurfs, welche aus der Mundhöhle herstammen, erkennt man an dem in ihnen befindlichen Pflasterepithelium.

In späteren Stadien der Pneumonie fehlen die Blutkörperchen und man entdeckt nur noch die übrigen beschriebenen Etemente.

Bei Tuberculosis der Lungen ist der Auswurf verschieden, je nachdem er bloß aus den Bronchien kommt, oder Product zerflossener Tuberkeln ist, und aus einer eben geplatzten **vomica** herrührt. Im ersteren Falle, wenn er bloß aus den Bronchien kommt und das Product einer die Tuberculosis immer begleitenden örtlichen Bronchitis bildet, verhält er sich ganz, wie der bei der Brochitis beschriebene: er zeigt außer Schleim und Epithelialzellen der Mundhöhle und **trachea** bloß Eiterkörperchen, deren einzelne Partieen die beschriebene verschiedene Anordnung zeigen;

je nachdem sie aus größeren oder kleineren Bronchialästen herstammen.

Besteht er dagegen bloß aus zerflossener Tuberkelmasse, welche in Folge des Platzens einer vomica ausgeleert wird, so enthält er zwar auch gewöhnlich Eiterkörperchen, die entweder von den Wänden der vomica abgesondert wurden, oder sich erst während des Durchganges durch die Bronchien beimischten; aber er enthält außerdem noch zerflossene Tuberkelmasse, deren mikroskopische Charaktere, wie die aller aufgelös'ten durch Zersetzung ihrer Organisation beraubten Theile, schwer zu definiren sind und besser durch unmittelbare mikroskopische Untersuchung zerflossener Tuberkelmasse aus tuberculösen Lungen erkannt werden. Die zerflossene Tuberkelmasse bildet unter dem Mikroskop eine amorphe, unbestimmte, breiartige, farblose Masse, welche gewöhnlich noch Reste von zerstörten (Tuberkel-) Zellen und einzelne Körnchen oder ganze Körnchenhaufen (aufgelös'te Körnchenzellen) enthält. Sehr charakteristisch für sie sind die bisweilen in ihr vorkommenden Reste des zerstörten Lungengewebes. Man sieht nämlich nicht selten in solchem Auswurf macerirte Bündel von Sehnenfasern, die, schlingenförmig mit einander vereinigt, unregelmäßige Maschen bilden, Dies sind die Reste der bei Untersuchung der Lungen genauer beschriebenen Sehnenfasern, welche das Gerippe der Lungensubstanz bilden und hier in Folge der Erweichung der Tuberkeln abgestorben, abgelös't und etwas macerirt mit der ausfließenden Tuberkelmasse ausgeleert worden sind (vgl. Untersuchung der Tuberkeln.

2) Untersuchung thierischer Concremente.

Die meisten thierischen Concremente sind nicht organisirt und eignen sich daher nur für eine chemi-

sche, nicht für eine mikroskopische Untersuchung. Hierher gehören die Harnsteine: ihre Untersuchung ist meist leicht, da sie nicht sehr zusammengesetzt zu sein pflegen. Von der dabei zu befolgende Methoden war im Allgemeinen schon früher die Rede: in einem der folgenden Theile wird sie noch genauer besprochen werden.

Bei Untersuchung mancher Concretionen jedoch kann die mikroskopische Untersuchung sehr zweckmäßig mit der chemischen Analyse verbunden werden, welche Letztere dadurch sehr abgekürzt wird. Wir lassen hier ein Beispiel einer solchen Untersuchung folgen:

Gallenstein eines Menschen.

In der Gallenblase eines alten Mannes fand sich eine wallnußgroße Masse von gelblich-brauner Farbe; sie hatte die Consistenz des Wachses, ließ sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken und war ohne bestimmte Form. Es war ein noch weicher und nicht vollkommen ausgebildeter Gallenstein.

Eine kleine Portion desselben, von der Größe eines Senfkornes, wird auf den Objectträger gebracht, mit etwas Weingeist befeuchtet, damit sie sich leichter zerdrücken lasse, dann durch ein aufgelegtes Bedeckungsplättchen zerdrückt und so zu einer gleichmäßig dünnen Schicht ausgebreitet.

Bei 220 maliger Vergrößerung entdeckt man Folgendes:

1) sehr viele farblose Krystalle von verschiedener Größe, zwischen $\frac{1}{25}$ und $\frac{1}{100}$''' Durchm. Sie bilden rhomboidische Tafeln, deren stumpfer Winkel 105° mißt (vgl. Fig. 287); sie liegen theils einzeln, theils in Haufen beisammen, und viele decken sich gegen-

seitig. Der Geübtere erkennt sie sogleich für Krystalle von Cholestearin.

2) amorph-faserige Massen von gelber Farbe. Ihre Natur läßt sich durch die bloße mikroskopische Untersuchung nicht näher bestimmen;

3) sehr intensiv gelbgrün und gelbroth gefärbte Klumpen von unbestimmter Form. Setzt man Salpetersäure zu, so verwandelt sich diese gelbliche Farbe erst in eine grüne, dann in eine blaue, später in eine violette, endlich in eine blaßrothe. Man überzeugt sich also bestimmt, daß die Färbung dieser Klumpen von Gallenfarbestoff herrührt;

4) hie und da nadelförmige Krystalle von der Form des Margarins (vgl. Fig. 288, c).

Die mikroskopische Untersuchung ergiebt also folgende Bestandtheile des Gallensteins 1) Cholestearin, 2) etwas Margarin, 3) Gallenfarbestoff. Die Untersuchung mehrer Portionen von verschiedenen Theilen des Steines zeigte überall dieselben Elemente, aber in sehr verschiedener Menge, so daß stellenweise das Cholestearin, an anderen Stellen der Gallenfarbestoff ja selbst das Margarin vorherrschte. Da diese sehr ungleiche Zusammensetzung des Concrementes eine quantitative Analyse unnöthig machte, so wurde, um die Resultate der mikroskopischen Untersuchung zu controliren, eine bloß quantitative chemische Analyse eingeschlagen.

Ein erbsengroßes Stückchen des Steines wurde so lange mit Alcohol von 830 spec. Gewicht gekocht, als dieser noch etwas auflös'te, dann die Auflösung noch heiß filtrirt. Das Filtrat war farblos, es ließ bei'm Erkalten und noch mehr bei'm allmähligen Verdunsten des Alcohols ein glänzend weißes Pulver fallen. Dies bestand, unter dem Mikroskope betrachtet, aus farblosen tafelförmigen Krystallen von Cholestearin; die meisten waren jedoch nicht vollkommen aus-

krystallisirt, bildeten mehr Blätter als Tafeln, und von ihren Winkeln war gewöhnlich nur der eine deutlich. Unter ihnen befanden sich mehre nadelförmige Krystalle von Margarin. Nach dem vollständigen Verdampfen der Lösung erschienen sehr schöne Krystalle von Cholestearin, wenig Margarinkrystalle und Spuren von Elaintropfen.

Der in Alcohol unlösliche Rückstand des Gallensteines betrug sehr wenig. Er wurde mit kochendem Wasser behandelt, welches sehr wenig aufnahm: das Filtrat war farblos, es hinterließ auf einem Platinblech einen kaum merklichen Rückstand, der sich verkohlte und durch längeres Glühen verschwand, ohne Asche zu hinterlassen. Das vom Wasser Aufgelös'te verhielt sich gegen Reagentien wie Wasserextract. Der in Wasser unlösliche Theil des Rückstandes bestand, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, bloß aus Gallenfarbestoff.

Um sich davon noch bestimmter zu überzeugen, wurde eine kleine Portion des unveränderten Gallensteines eine Zeit lang mit verdünnter Kalilauge gekocht. Die Flüssigkeit färbte sich grünlich, während der Rest des Steines vollkommen weiß und farblos wurde. Wurde er nun auf den Objectträger gebracht, mit etwas Wasser befeuchtet, zerdrückt und mikroskopisch untersucht, so sah man, daß er bloß noch aus einer Anhäufung von Cholestearinkrystallen mit wenig Nadeln von Margarin bestand. Die Kalilauge hatte allen Gallenfarbestoff ausgezogen.

Der untersuchte Gallenstein besteht also hauptsächlich aus Fett (sehr viel Cholestearin, etwas Margarin und einer Spur von Elain), dann aus Gallenfarbestoff und etwas Wasserextract.

3) Untersuchung organisirter thierischer Theile.

Bei Untersuchung solcher Theile ist in der Regel die mikroskopische Untersuchung die Hauptsache, und die chemische Analyse dient nur zur Unterstützung derselben, hauptsächlich, um die Zusammensetzung der in jenen Theilen enthaltenen Flüssigkeiten zu bestimmen.

Wir beginnen hier wieder mit dem Leichteren, nämlich mit der Untersuchung der einfachen Gewebe, der Elementartheile des menschlichen und thierischen Körpers.

a) Untersuchung einfacher Gewebe.

Für die chemische Untersuchung einfacher Gewebe gilt das, was früher über die chemische Untersuchung organisirter thierischer Theile überhaupt gesagt wurde.

Zu ihrer mikroskopischen Untersuchung hat man verschiedene Handgriffe nöthig, um sie so vorzubereiten, daß ihre einzelnen Theile und die Anordnung derselben vollkommen deutlich erscheint. Man muß sie deßhalb auf dem Objectträger ausbreiten, durch ein aufgelegtes Glasplättchen zusammendrücken und dadurch dünner, durchsichtiger machen. In einigen Fällen darf man kein Glasplättchen auflegen, wenn die einzelnen Theile in ihrer ursprünglichen Form erscheinen sollen, weil sie durch den Druck desselben verändert werden; so bei'm Gehirn; dann muß man sich begnügen, sie mit feinen Nadeln, deren Spitzen häkchenförmig umgebogen sind, und deren stumpfe Enden durch Wachsküchelchen auf den Objectträger festgeklebt werden, auszuspannen.

Um diese Theile deutlich zu machen, muß man sie

gewöhnlich mit einer Flüssigkeit befeuchten, wohl auch damit auswaschen. Gewöhnlich wählt man hierzu Wasser; da aber manche Theile, wie Blut, Nerven u. s. w. dadurch verändert werden, muß man für sehr zarte Gegenstände Zuckerwasser, verdünntes Eiweiß, Blutserum anwenden.

Um gewisse sehr zarte Theile, welche man ihrer Bläße und Durchsichtigkeit wegen kaum wahrnimmt, deutlicher zu sehen, kann man sie durch wäßerige Jodlösung oder Jodtinctur färben, wodurch sie deutlicher erscheinen; doch werden dadurch nicht selten ihre Formen einigermaßen verändert.

Besser indeß, als alle allgemeine Regeln, ist die Uebung; um sie zu erleichtern, wollen wir hier die Untersuchung der wichtigsten Gewebe als Beispiel folgen lassen.

Zellgewebe.

Um das Zellgewebe so deutlich, als möglich, zu sehen, wählt man am besten solche Partien, wo es rein und frei von andern Theilen, namentlich von Fett, vorkommt, als die Zellgewebscheiden, welche die Muskeln, namentlich die der Extremitäten, umgeben, die Zellgewebscheiden der Nerven und Gefäße, die dünne Zellgewebschicht, welche die serösen Häute an die von ihnen ausgekleideten Theile anheftet, welche einzelnen Häute des Darmcanals mit einander verbindet u. s. w.

Man hebt mit einer Pincette eine Partie des Zellgewebes auf und schneidet von dem angespannten Theile mit einer feinen Scheere ein kleines Stückchen ab, so klein, als man es nur immer erhalten kann: dieses bringt man auf den Objectträger, setzt einen Tropfen Wasser zu (von dem das Zellgewebe nicht

verändert wird) und zerrt mit zwei feinen Messerchen oder noch besser mit zwei feinen, an Stiele befestigten Nadeln das Stückchen Zellgewebe so gut, als möglich, auseinander, um seine untereinander verschlungenen feinsten Fasern deutlich zu machen. Dann deckt man ein Glasplättchen darüber, das man stark aufdrückt, um die Partie so dünn, als möglich, auszubreiten.

Die angewandte Vergrößerung muß wenigstens 200mal im Durchmesser betragen. Man sieht nun gewöhnlich die einzelnen, unter $\frac{1}{1000}'''$ dicken Fasern des Zellgewebes sehr deutlich, wie sie, meist geschlängelt, nur, wo sie angespannt sind, gerade verlaufend, bald einzeln, bald zu Bündeln vereinigt, sich in allen Richtungen durchkreuzen.

Indem man verschiedene Reagentien zusetzt, kann man das chemische Verhalten der Zellgewebsfasern unter dem Mikroskope bestimmen; man wird finden, daß sie vom Wasser gar nicht, von Essigsäure und Ammoniak nur sehr wenig afficirt werden.

Die vollständige chemische Untersuchung des Zellgewebes würde darin bestehen, daß man es erst mit Alcohol, dann mit Wasser auszöge, um dadurch die extractartigen Materien zu erhalten; dann so lange mit Wasser kochte, bis die Zellgewebfasern ganz verschwunden sind. Es hat sich durch das Kochen in gewöhnlichen Leim verwandelt.

In den fibrösen Häuten, der cutis, den Sehnenfasern, den serösen Häuten, welche alle gleichfalls aus Zellgewebsfasern bestehen, sind letztere sehr innig mit einander verwebt. Um daher in diesen Gebilden die einzelnen Zellgewebsfasern deutlich zu sehen, muß man sehr kleine Stückchen nehmen und diese mit Nadeln sehr auseinanderzerren, auffasern. Will man mehr die Verbindung der Fasern zu Bündeln und den Verlauf dieser Bündel studiren, so nehme man ein klei-

nes, sehr dünnes Stückchen, ohne es zu zerfasern: man muß dann freilich auf die deutliche Erkennung der einzelnen Fasern verzichten.

Fettzellgewebe.

Das Fettzellgewebe — Zellgewebe, in dem Fett abgelagert ist, — findet sich am reinsten unter der äußeren Haut fast an allen Körpertheilen, namentlich an den Extremitäten.

Um es mikroskopisch zu untersuchen, schneidet man mit einer feinen Scheere ein Stückchen von der Größe einer halben Linse ab, bringt es auf den Objectträger, setzt einen Tropfen Wasser zu und bedeckt das Object mit einem Glasplättchen, das man mäßig aufdrückt. Bei einer 200maligen Vergrößerung sieht man rundliche oder ovale farblose Massen, in Partien vereinigt, — die Fettzellen — zwischen denselben Zellgewebfasern und sparsame Blutgefäße, welche letztere aber nur dann sichtbar sind, wenn sich, wie gewöhnlich, noch Blut in ihnen befindet. In den Fettzellen sieht man bisweilen, doch verhältnißmäßig nur selten, sternförmige Körperchen (Fig. 288, a, b), die der Geübtere sogleich für Krystallgruppen von ausgeschiedenem Margarin erkennt. — Drückt man stärker auf das bedeckende Glasplättchen, so wird ein Theil des in den Fettzellen enthaltenen Fettes ausgetrieben und schwimmt, Oeltropfen von verschiedener Größe bildend, in dem zugesetzten Wasser. — Von der chemischen Untersuchung des Fettzellgewebes war bereits früher die Rede (s. die mikrochemische Untersuchung fester Theile).

Elastische Gewebe.

Zur Darstellung des elastischen Gewebes, das in der mittleren Haut der Arterien, in den sogenannten gelben Bändern und in einigen Knorpeln vorkommt, wählt man am besten die mittlere Haut der **aorta**. Man präparirt entweder die äußere oder die innere Haut ab, zieht von der bloßgelegten mittleren Haut, die ganz aus elastischem Gewebe besteht, mit Hülfe der Pincette einen Fetzen ab und wählt dessen dünnsten Theil, nachdem man ihn durch Abschaben mit dem Scalpell noch etwas verdünnt hat, zur Beobachtung. Ein abgeschnittenes kleines Stückchen wird auf den Objectträger gebracht, man setzt einen Tropfen Wasser zu, fasert das Object mit Hülfe zweier Messerchen oder zweier Nadeln so gut, als möglich, auf und deckt ein Glasplättchen darüber.

Beobachtet man bei einer etwa 200maligen Vergrößerung, so erscheinen, wenn das gewählte Stückchen hinreichend dünn ist, wenigstens an dessen Rändern die elastischen Fasern deutlich als dünne Cylinder von der Dicke der Zellgewebsfasern, aber nicht wie diese geschlängelt, sondern gerade verlaufend, straffer als jene und häufig gabelig getheilt. Sie sind sehr innig mit einander verwebt, bilden in ihrer Vereinigung eine feste, sehr spröde Masse, die sich nicht, wie das Zellgewebe, leicht auseinanderziehen läßt: — daher ist eine sehr feine Zertheilung des Stückes durch sorgfältige Präparation nöthig, wenn man sie deutlich sehen will.

Will man das elastische Gewebe chemisch untersuchen, dann muß man es von allen fremden Theilen reinigen, und erst mit Alcohol, dann mit Wasser ausziehen. Man bestimmt die in diesen Medien auflöslichen Theile, meist extractartige Materien. Zuletzt wird der Rückstand mit Wasser mehre Tage lang ge-

kocht, wodurch er in Leim des elastischen Gewebes umgewandelt wird.

Muskeln.

a. Willkührlich bewegliche Muskeln.

Diese Art des Muskelgewebes, welche sich morphologisch wesentlich von der folgenden unterscheidet, tritt uns entgegen in allen eigentlichen Muskeln, in denen der Extremitäten, des thorax, des Kopfes, in der Muskelsubstanz des Herzens. Um sie mikroskopisch zu untersuchen, wählt man einen der erwähnten Muskeln, schneidet mit einer feinen Scheere ein Stückchen von der Größe einer halben Linse von demselben ab (am besten aus seiner Mitte, um kein Zellgewebe eingemengt zu bekommen). Dieses Stückchen bringt man auf den Objectträger, setzt einen Tropfen Wasser zu, zerfasert das Stückchen so gut, als möglich, und deckt ein Glasplättchen darüber.

Man wählt zur Betrachtung eine Vergrößerung von etwa 200maligem Durchmesser. Es erscheinen sogleich die Muskelprimitivbündel als farblose, bandartige, mit einander parallele Streifen von $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{200}$''' Durchmesser. Sie sind mit zarten Querstreifen versehen u. s. w. und erhalten dadurch ein schönes, sehr charakteristisches Ansehen; sie sind jedoch nicht platt, sondern schwach gewölbt, wie schon die Vertheilung ihres Schattens zeigt, und wie man sehr deutlich sieht, wenn man das Stückchen senkrecht auf die Richtung der Primitivbündel mit einem scharfen Messer durchschneidet: die Durchschnittsflächen mehrer Primitivbündel bilden längliche Ellipsoide, welche gegen die beiden Ränder hin spitz zulaufen; viele dagegen erscheinen abgerundet, halbkugelig (wahrscheinlich, weil die Hülle der Bündel sich zusammenzieht und den

Inhalt einschnürt). — Versucht man es, das Stückchen der Muskelsubstanz zu zerreiben, indem man dem Glasplättchen bei starkem Druck eine drehende Bewegung auf dem Objectträger mittheilt, so verschwinden gewöhnlich an mehren Primitivbündeln die Querstreifen und es erscheinen statt derselben cylindrische Längsfasern, ungefähr von der Dicke der Zellgewebsfasern; dies sind die primitiven Muskelfasern. Setzt man zu einem Stückchen (nicht zerriebener) Muskelsnbstanz einen Tropfen Essigsäure, so wird sie durchsichtig, die Querstreifen, ja die ganze Substanz, verschwinden allmählig größtentheils für das Auge: es erscheinen nun im Innern der Primitivbündel kleine, längliche, unregelmäßig cylindrische, bisweilen gekrümmte, sehr scharf markirte Körperchen — wahrscheinlich Reste der Zellenkerne, welche noch von der ursprünglichen Bildung der Primitivbündel übrig geblieben sind.

Man kann das chemische Verhalten der Muskelsubstanz prüfen, indem man unter dem Mikroskope verschiedene Reagentien auf sie einwirken läßt.

b. Nicht willkührlich bewegliche (organische) Muskeln.

Sie bilden die Muskelhaut des Magens und Darmcanals, die Muskelsubstanz des Uterus und sind von den willkührlichen Muskeln morphologisch sehr bestimmt verschieden. Um sie mikroskopisch zu beobachten, wählt man eines von den erwähnten Gebilden, z. B. den Magen, präparirt entweder dessen Schleimhaut oder den Peritonealüberzug sorgfältig ab und schneidet mit einer feinen Scheere von der bloßgelegten Muskelhaut ein kleines Stückchen ab, das man auf den Objectträger bringt, mit einem Tropfen Wasser bedeckt, mit feinen Messerchen oder Nadeln so fein, als möglich, zerfasert nnd mit einem Glasplättchen bedeckt. Bei Anwendung einer etwa 200ma-

ligen Vergrößerung erscheinen die organischen Muskelfasern oder Bündel als farblose, parallel laufende Bänder von $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{600}'''$ Breite ohne alle Spur von Querstreifen oder Längsfasern. Doch sind sie nur dann deutlich, wenn das gewählte Stückchen sehr dünn ist und sehr sorgfältig präparirt wurde. Besser sieht man die einzelnen Fasern, wenn man auf der sorgfältig abpräparirten Muskelhaut oder auf dem frischen Durchschnitte eines wohl ausgewässerten Uterus mit dem Messer schabt, das Abgeschabte auf den Objectträger bringt, einen Tropfen Wasser zusetzt und das Bedeckungsplättchen auflegt. Es erscheinen dann immer kleine Partieen von Fasern oder auch einzelne abgerissene Muskelfasern sehr deutlich: nur ist diese Methode nicht geeignet, von der parallelen Lagerung der Muskelfasern und ihrer Vereinigung zur Muskelsubstanz eine deutliche Vorstellung zu geben.

Häufig sieht man an einzelnen organischen Muskelfasern einen rundlichen Kern, bisweilen mit Kernkörperchen. Diese Kerne erscheinen immer sehr deutlich nach dem Zusatze von Essigsäure, wodurch die Muskelsubstanz sehr durchsichtig wird, ja zum Theil für das Auge verschwindet. Sie gleichen gewöhnlichen, den bei den willkührlichen Muskeln beschriebenen Kernen, sind aber meist etwas kürzer und breiter, als diese.

Haare.

Will man den Bau der Haare nur obenhin kennen lernen, so lege man sie auf den Objectträger, bedecke sie mit einem Glasplättchen und beobachte bei 100 bis 200maliger Vergrößerung. Man sieht, daß das Haar einen langgestreckten Cylinder oder vielmehr Kegel bildet, der gegen die Spitze zu immer dünner wird, daß sich ferner durch die ganze Länge

des Haares ein gefärbter Längscanal hinzieht, der an der Spitze blind endigt. Noch deutlicher wird die Beobachtung, wenn man einen Tropfen Wasser zusetzt, weil dann die Umrisse des Haares schärfer erscheinen. Um die Wurzel des Haares beobachten zu können, muß man dasselbe sehr vorsichtig ausziehen.

Für genauere Untersuchungen ist es nöthig, sich feine Durchschnitte, namentlich Querdurchschnitte der Haare, zu verschaffen. Man erhält die letzteren entweder durch Abschneiden mittelst einer sehr scharfen Scheere, oder auch, indem man das Haar auf eine harte Unterlage bringt und mit einem scharfen Messer kleine Stückchen abschneidet, — oder indem man mehre Haare zu einem Bündelchen zusammenlegt, dieses mit Faden fest umwickelt und nun mit einem Rasirmesser oder auch mit dem Doppelmesser kleine Stückchen abschneidet. Diese Scheiben müssen so dünn sein, daß sie, auf ihrer Basis stehend, ganz durchsichtig erscheinen. Längsdurchschnitte und Längslamellen der Haare verschafft man sich, indem man ein Haar der Länge nach spaltet (was freilich mühsam ist), oder indem man von einem Bündel Haare mit dem Messer kleine Partieen abschabt. Zur Untersuchung dieser Präparate wählt man am besten eine etwa 400malige Vergrößerung.

Epidermis.

Um die Structur der Epidermis kennen zu lernen, braucht man nur von der Oberhaut der Hände u. s. w. mit einem stumpfen Messer etwas abzuschaben, die abgeschabte weiße, kleienartige Masse auf den Objectträger zu bringen, einen Tropfen Wasser zuzusetzen und ein Glasplättchen aufzulegen. Man sieht bei

200maliger Vergrößerung farblose, unbestimmt rundliche Platten (Zellen oder Kerne) — dies sind die Zellen, welche die Epidermis zusammensetzen. — Deutlicher wird die Structur der Epidermis, wenn man die Haut eines Leichnams untersucht, indem man, vom **Rete Malpighii** anfangend, die Epidermis schichtenweise der mikroskopischen Beobachtung unterwirft. Im **Rete Malpighii** selbst sieht man deutliche, mehr runde Zellen mit Kernen; je weiter man nach Außen rückt, um so mehr platten sich diese Zellen ab und werden deutlich an der Oberfläche der Epidermis zu Schuppen, welche weder Kerne, noch eine deutliche runde Form mehr zeigen.

Epithelium.

Die mikroskopische Untersuchung des Epithelium hat keine Schwierigkeiten. Man braucht nur mit einem Messer über die Oberfläche einer Schleimhaut hinzugleiten, um sogleich eine Menge Epitheliumzellen abzustreifen. Das Abgestreifte bringe man auf den Objectträger, setze einen Tropfen Wasser zu, decke ein Glasplättchen darauf und beobachte bei 200maliger Vergrößerung. Man sieht immer Epithelialzellen mit Kernen: diese Zellen sind aber nach der Natur der gewählten Schleimhaut verschieden. Bekanntlich giebt es mehre von einander verschiedene Formen der Epithelialzellen, die man Pflasterepithelium, Cylinderepithelium und Flimmerepithelium genannt hat. Vor Allem suche man sich daher durch Anschauung einen Begriff von diesen verschiedenen Arten zu erwerben.

Um Pflasterepithelium zu sehen, wähle man das Epithelium der Mundhöhle, indem man es auf die oben beschriebene Weise abstreift und unter

das Mikroskop bringt. Man sieht große rundliche, ovale oder unbestimmt viereckige Platten, welche ganz durchsichtig sind und einen runden, derben Kern enthalten. Gewöhnlich sind sie mit einzelnen kleinen Körnchen bedeckt. Um sie deutlich zu sehen, muß man entweder das Licht dämpfen, da sie sehr zart und durchsichtig sind, oder etwas Jodtinctur zusetzen, wodurch sie eine gelblichröthliche Farbe annehmen und deutlicher werden. Um sie von allen Seiten zu sehen, bringt man sie in einem Tropfen Wasser ohne Deckplättchen unter das Mikroskop und versetzt durch leises Anstoßen an den Objectträger die Flüssigkeit in eine schwankende Bewegung: die in dem Wasser frei schwimmenden Zellen drehen sich bisweilen um ihre Axe und präsentiren sich dem Auge des Beobachters von allen Seiten. Die erwähnte Manipulation muß man auch bei den übrigen Formen des Epithelium und überhaupt bei der Untersuchung aller kleiner Körperchen anwenden, wenn man sie von allen Seiten beobachten und ihre Form genau kennen lernen will.

Das Cylinderepithelium erhält man am vollkommensten von der Schleimhaut des Dünndarmes, der Gallenblase: es bildet Zellen von der Form eines Cylinders oder vielmehr Kegels, welche in ihrer Mitte einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen enthalten, und bald einzeln in der Flüssigkeit schwimmen, bald zu größeren, membranartigen Massen aneinandergereiht sind.

Das Flimmerepithelium findet sich an der Nasenschleimhaut, an der Schleimhaut der trachea. Es gleicht ganz dem Cylinderepithelium, nur daß hier die kegelförmigen Zellen an ihrem breiten Ende mit Härchen oder Wimpern besetzt sind; doch erscheinen diese Wimpern nicht immer deutlich.

Nerven.

Wir sprechen hier hauptsächlich nur von der mikroskopischen Untersuchung der sensitiven und motorischen Nerven. Um sie zu sehen und ihre Structur unter dem Mikroskope zu beobachten, wählt der Anfänger am besten einen der größeren Nervenstämme, wie den **Plexus brachialis, Nervus ischiadicus.** Man präparire ein Stück dieser Theile frei von dem umgebenden Zellgewebe, isolire einen Nervenstrang, schneide von diesem ein etwa linienlanges Stückchen ab, öffne das Neurilem mit einer feinen Scheere, schlitze es der Länge nach auf, setze einen Tropfen Wasser zu und ziehe die einzelnen Nervenprimitivfasern mit zwei feinen Nadeln auseinander, um sie so viel, als möglich, zu isoliren. Man bedecke das Präparat sanft mit einem Glasplättchen, ohne stark zu drücken, und untersuche es bei etwa 200maliger Vergrößerung.

An den Rändern des Präparates sieht man gewöhnlich einzelne bandartige Streifen, gegen $\frac{1}{200}'''$ breit: man erkennt an ihnen deutlich außer den äußeren Contouren zwei parallel laufende Contouren innerhalb derselben, ein Zeichen, daß man es hier nicht mit einem soliden Cylinder, sondern mit hohlen oder wenigstens mit Cylindern zu thun habe, deren innerer Theil aus einer Materie besteht, welche das Licht anders bricht, als die äußere Hülle. Diese Cylinder sind die Nervenprimitivfasern. — An den Stellen, wo sie abgerissen oder abgeschnitten sind, entdeckt man in ihrem Inneren häufig eine körnige Masse, welche man bisweilen durch Druck auf das bedeckende Glasplättchen herausdrücken kann. Im Inneren des Präparates sieht man diese Nervenprimitivfasern mit einander parallel laufen: sie berühren sich, ohne je mit einander zu anastomosiren und ohne ineinander über-

zugehen (außer an ihren peripherischen Enden). Der ganze Nervenbündel ist, mit einer Hülle von Zellgewebsfasern umgeben, in sie eingebettet; man erkennt letztere sogleich an den früher beschriebenen Eigenschaften und an ihrem geschlängelten, wellenförmigen Verlauf.

Das Gehirn und Rückenmark, dann der **Nervus sympathicus** und die Sinnesnerven haben, mikroskopisch betrachtet, ein anderes Ansehen, als die beschriebenen Nerveu; man muß sie daher besonders kennen lernen. Ihre Untersuchung geschieht im Allgemeinen auf dieselbe Weise, nur die der Sinnesnerven und des Gehirns macht eine Ausnahme. Präparirt man diese auf die genannte Weise zur mikroskopischen Untersuchung, indem man ihnen Wasser zusetzt und sie mit einem Plättchen bedeckt, so erscheinen sie als dünnc, bandartige Streifen von $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{800}$''' Durchmesser, welche in regelmäßigen Zwischenräumen varicöse Anschwellungen zeigen. Diese varicösen Anschwellungen sind indeß nicht ursprünglich in ihnen vorhanden, sie sind durch die Einwirkung des Druckes und des Wassers künstlich hervorgebracht; auch Fäulniß und mehre Reagentien vermögen sie hervorzurufen. Um diese Gebilde in ihrer ursprünglichen Form kennen zu lernen, muß man sie, statt mit Wasser, mit Eiweiß befeuchten, und muß ihnen, anstatt durch Druck, durch Ausspannen die erforderliche Durchsichtigkeit zu verschaffen suchen. Man bringe ein etwas größeres Stückchen, einen mit dem Doppelmesser gemachten feinen Durchschnitt einer Partie des Gehirns, einen vom Neurilem entblößten Strang des **Nervus opticus** u. s. w. auf den Objectträger, befeuchte ihn, um sein Eintrocknen zu verhindern, mit Blutserum oder mit frischem Eiweiß eines Hühnereies; dann nehme man einige feine Nähnadeln, deren Spitzen man in der Flamme einer Weingeist-

lampe zu feinen Häkchen umgebogen hat, hake die Ränder des Stückchens damit an und befestige die dickeren Enden der Nadeln mit Wachskügelchen auf den Objectträger, indem man durch sanftes Anziehen derselben dies Stückchen sanft ausspannt und auf diese Weise durchsichtiger, zur Beobachtung geeigneter macht. In einem so zubereiteten Nerven der erwähnten Art erscheinen die Primitivfasern nicht mehr varicös, sondern als gleich dicke Cylinder.

Knorpel.

Man unterscheidet eigentliche Knorpel mit Knorpelkörperchen und Faserknorpel. Um ihre Structur kennen zu lernen, wählt man am besten die Rippenknorpel oder die Knorpel des larynx, welche beide Structurverhältnisse zugleich zeigen.

Man nehme ein Stück eines nicht verknöcherten Rippenknorpels, ziehe das Perichondrium ab und schneide mit einem scharfen Messer ein ganz dünnes Scheibchen davon ab; dieses bringe man auf den Objectträger, setze einen Tropfen Wasser zu und bedecke es mit einem Glasplättchen.

Betrachtet man das Präparat bei etwa 150maliger Vergrößerung, so sieht man in einer homogenen, amorph-körnigen, schwach gelblich oder bräunlich gefärbten Masse sehr viele unbestimmt rundliche oder ovale Vertiefungen; in jeder derselben entdeckt man mehre Zellen von unbestimmt rundlicher oder ovaler Form, welche einander meist unmittelbar berühren und sich dadurch gegenseitig abplatten. Sie sind etwas heller und durchsichtiger, als das umgebende Gewebe und enthalten gewöhnlich jede ein oder mehre kleine Körperchen (meist Fetttröpfchen). Dies ist das eigentliche Knorpelgewebe.

An andern Stellen sieht man sehr zarte Fasern, welche etwas dunkler erscheinen, als das übrige Knorpelgewebe, und eine bräunliche, ja in größeren Massen eine schwärzliche Farbe zeigen. Sie laufen meist parallel, gewöhnlich etwas wellenförmig oder geschweift; sie gehen allmählig und unmerklich in die eigentliche Knorpelsubstanz über und bilden bald größere, bald kleinere Partieen von unregelmäßiger Form zwischen derselben.

In manchen Knorpeln, wie in den Knorpelschichten, welche die Gelenkflächen an den Knochen der Extremitäten überziehen, fehlt dieses Fasergewebe.

Die chemische Untersuchung des Knorpelgewebes ist sehr einfach: man zieht durch Aether das Fett, durch Alkohol und Wasser die extractartigen Materien aus und verwandelt das übrigbleibende Knorpelgewebe durch lange fortgesetztes Kochen.

---

b) Untersuchung zusammengesetzter thierischer Theile.

Die Untersuchung dieser Theile ist schwieriger und verwickelter als die Untersuchung der im Vorhergehenden beschriebenen Gegenstände. Man muß zu einer Menge Hülfsmittel seine Zuflucht nehmen, um Alles deutlich zu erkennen: sehr harte Gegenstände, wie Knochen, Zähne, schleift man zu dünnen Platten, von weicheren macht man feine Durchschnitte mit dem Doppelmesser; sind die Gegenstände sehr weich, so daß man nicht wohl feine Scheiben von ihnen abschneiden kann, so lege man sie eine Zeit lang in eine gesättigte Auflösung von kohlensaurem Kali: viele Theile werden dadurch härter, consistenter und können nun leichter in dünne Scheiben geschnitten werden. Auch hier hat man es bisweilen nöthig, die Gegenstände auf die früher be-

schriebene Weise auszuspannen, wenn sie ganz unverändert erscheinen sollen: dies gilt namentlich bei der Untersuchung des Gehirns.

Zu Verdünnungs- und Befeuchtungsmitteln wählt man gewöhnlich Wasser, nur wo gewisse Theile durch dasselbe verändert werden, Eiweiß, Blutserum, Zuckerwasser. Diese genannten Verdünnungsmittel muß man namentlich dann anwenden, wenn man die Capillargefäße verschiedener Objecte noch frisch mit Blut injicirt mikroskopisch untersuchen will.

Sehr häufig wird die Anwendung von Reagentien nöthig, theils, um sehr zarte Theile zu färben und dadurch deutlicher zu machen, theils, um gewisse Theile wegzuschaffen, aufzulösen, damit andere, von ihnen verdeckte, besser hervortreten.

Die folgenden Beispiele sollen zeigen, wie diese Regeln in einzelnen Fällen ihre Anwendung finden.

Knochen.

Bei Untersuchung der Knochen beginnt man am besten damit, daß man das Gewebe, die Substanz der Knochen kennen lernt, und dann erst zur Betrachtung des Baues dieser Gebilde im Großen übergeht.

Um die Knochensubstanz mikroskopisch zu untersuchen, schneide man mit einem Messer von einem frischen Knochen, gleichviel von welchem Theile desselben, ganz dünne Stückchen ab, bringe diese auf den Objectträger, setze einen Tropfen Wasser zu, decke ein Glasplättchen darauf und untersuche bei etwa 200maliger Vergrößerung. Sind die abgeschnittenen Stückchen dünn genug (sie dürfen die Dicke des gewöhnlichen Schreibpapiers nicht überschreiten), so sieht man eine farblose, ziemlich homogene und structurlose Masse, die aber gewöhnlich wegen ihrer un-

gleichen Dicke hellere und dunklere Stellen zeigt. Bei genauer Betrachtung sieht man in dieser homogenen Masse dunklere Flecken von unregelmäßig elliptischer Form, ungefähr $\frac{1}{100}$''' lang, $\frac{1}{300}$ breit. Sie sind gewöhnlich an beiden Enden spitz, in der Mitte etwas breiter, an den Rändern unregelmäßig gezackt. Von ihnen gehen radienförmig dunkle Linien aus, welche unregelmäßig geschlängelt nach allen Seiten verlaufen und bisweilen sich verzweigen. Die dunkleren Flecke mit diesen von ihnen ausgehenden Linien haben das Aussehen einer Fliege oder oberhaupt eines vielfüßigen Insectes. Dies sind die sogenannten Knochenkörperchen. Sie sind bald in sehr großer Anzahl vorhanden, so daß die von ihnen ausgehenden Linien sich gegenseitig berühren, bald sparsamer. Gewöhnlich sind sie symmetrisch reihenweise geordnet, so daß ihre langen Axen in lauter parallelen, geraden oder krummen Linien liegen.

Behandelt man die Knochenstückchen mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure, wodurch die mit ihnen verbundenen Kalksalze aufgelös't und ausgezogen werden, so erscheinen die Knochenkörperchen, sowie das sie umgebende Gewebe, zwar heller und durchsichtiger, ohne jedoch ganz zu verschwinden; dagegen verschwinden die radienförmig von ihnen ausgehenden Linien vollständig.

Will man die Zusammensetzung der Knochen im Großen und die Anordnung der beschriebenen Elementartheile in denselben studiren, so hat dieses einige Schwierigkeiten. Man hat nämlich dazu sehr feine Durchschnitte nöthig, sowohl Querdurchschnitte (bei Röhrenknochen senkrecht auf ihre Axe gemacht) und Längsdurchschnitte (parallel mit der Axe) als Durchschnitte in verschiedenen schiefen Richtungen. Zu diesen Durchschnitten wählt man frische Knochen, die man vorher mit Alcohol auskochen kann, um das die

Beobachtung störende Fett zu entfernen. Man bearbeitet Stücke dieser Knochen erst mit der Feile, schleift sie dann anfangs auf einem gröbern, später auf einem feinern Schleifsteine so lange zu, bis sie dünne Platten von der erforderlichen Durchsichtigkeit darstellen. Dies Abschleifen ist indeß sehr mühsam, leichter ist die folgende Methode. Man lege die Knochenstücke einen, zwei oder mehre Tage in sehr verdünnte Salzsäure; durch diese werden alle Kalksalze aus ihnen ausgezogen und es bleibt nur eine durchscheinende, knorpelartige Masse (leimgebendes Gewebe) zurück, welche noch ganz die frühere Structur des Knochens besitzt, aber biegsam ist und sich leicht schneiden läßt. Von einem so präparirten Knochen kann man mit einem scharfen Messer nach jeder beliebigen Richtung hinreichend feine Durchschnitte abschneiden. Diese bringe man unter das Mikroskop, setze einen Tropfen Wasser zu, bedecke sie mit einem Glasplättchen und untersuche bei 1 — 200maliger Vergrößerung.

An Längsdurchschnitten aus der Rindenschicht des Knochens sieht man nun sehr viele Längscanäle, von denen die kleinsten etwa $\frac{1}{100}'''$ Durchmesser haben. Sie bestehen aus einem Hohlcylinder von Knochensubstanz: viele solcher Röhren laufen parallel neben einander; zwischen ihnen sieht man Knochenkörperchen, deren Axen meist mit der der Canäle parallel laufen.

An Querdurchschnitten so präparirter Knochen sieht man sehr viele runde oder rundliche Oeffnungen, die in der Rindensubstanz kleiner sind, gegen die Markhöhle des Knochens hin immer größer werden. Dies sind die quer durchschnittenen Knochencanäle: die kleineren derselben bestehen aus einer einfachen Röhre von Knochensubstanz, die größeren sind mit mehren concentrischen Lamellen von Knochensubstanz, mehren ineinander steckenden Röhren umgeben. Auch

hier sieht man Knochenkörperchen, deren Axen gewöhnlich mit der Richtung der Lamellen parallel laufen.

Das in den Knochen enthaltene Mark, welches aus sehr zartem Fettzellgewebe besteht, muß man besonders untersuchen; die Blutgefäße der Knochen werden gewöhnlich nur durch künstliche Injectionen deutlich.

Wie die erwähnten Röhren und Canäle in verschiedenen Knochen verlaufen, gehört nicht hierher: man untersucht dies auf die beschriebene Weise, indem man viele nach allen Richtungen geführte Durchschnitte unter das Mikroskop bringt.

Auf ganz ähnliche Weise, wie wir es hier von den Knochen angegeben haben, präparirt man auch die Zähne zur mikroskopischen Untersuchung.

Von der chemischen Untersuchung der Knochen war bereits früher die Rede (siehe die chemische Untersuchung fester thierischer Substanzen).

Untersuchung der Lungen.

Man nehme ein Stück einer normalen Lunge und schneide es mit einer scharfen Scheere durch, um einen frischen Durchschnitt zu bekommen: von der frischen Fläche schneide man mit einem feinen Scheerchen ein linsengroßes Stückchen ab, bringe es auf den Objectträger, bedecke es mit einem Glasplättchen, ohne Wasser zuzusetzen, und drücke das Stückchen mäßig zusammen. Man wählt zur Untersuchung eine etwa 200malige Vergrößerung. Es erscheinen sehr viele Luftblasen von verschiedener Größe, die man in ihrer runden Form, ihrem dunklen Rande und der hellen Mitte sogleich erkennen wird. Zwischen ihnen zeigen sich die Blutgefäße der Lunge noch mit Blut erfüllt; man kann ihre Richtung, Anastomosen, ihren Durchmesser, den Grad ihrer Ausfül-

lung gewöhnlich leicht erkennen, wenn anders die Lunge frisch ist, man einen allzu starken Druck vermieden hat (weil dadurch das Blut ausgepreßt wird) und man sogleich beobachtet, ehe noch das Blut ausgeflossen ist. Um das eigentliche Object schwimmen gewöhnlich große Massen von Blutkörperchen und Luftblasen in schnellen, unregelmäßigen Strömen.

Die Structur des Lungengewebes wird durch dieses Verfahren nicht deutlich, weil gewöhnlich das Blut und die Luftblasen das eigentliche Lungengewebe verdecken. Man nimmt daher nach vollendeter Beobachtung das Deckblättchen ab, setzt einige Tropfen Wasser zu, legt das Glasplättchen wieder auf, drückt stark darauf und wiederholt dieses Verfahren, um alle Luft auszupressen und alles Blut auszuwaschen, mehrmals, bis das Object nicht mehr geröthet erscheint. Nun sieht man das Lungengewebe deutlich und untersucht es, indem man das Object auf dem Objecttische hin- und herschiebt, um allmählig seine verschiedenen Partieen in das Gesichtsfeld zu bringen. Der Blick des Anfängers wird gewöhnlich zuerst von intensiv schwarzen Massen gefesselt, die in unregelmäßigen Partieen in das Lungengewebe eingesprengt sind und bei genauer Untersuchung als Haufen kleiner schwarzer Körnchen erscheinen — dies ist schwarzes Pigment. Nächstdem ziehen farblose Fasern die Aufmerksamkeit auf sich, die, meist in Bündel vereinigt, stellenweise parallel laufen, dann sich von einander trennen, wieder mit andern Faserbündeln vereinigen und so, weite Maschen bildend, ein netzartiges Gewebe mit weiten, aber unregelmäßigen Oeffnungen darstellen. Dies sind Sehnenfasern, welche das Gerippe, die Grundlage des Lungengewebes bilden. Die Wände der Blutgefäße sieht man nie oder höchst selten, wenn einmal das Blut ausgewaschen worden ist. Ebenso wenig bemerkt der

Anfänger gewöhnlich die Schleimhaut der feinsten Bronchialendungen und Luftzellen. Doch sieht der Geübtere in der das Object umgebenden Flüssigkeit meist die in den letzteren angehörigen Epithelialzellen als farblose, rundliche Körper, häufig mit deutlichem Kern. Auch der Anfänger erkennt gewöhnlich die Schleimhaut deutlich, nachdem er dem Object einen Tropfen Essigsäure zugesetzt hat; an den Rändern des Objectes uud in den Räumen, welche die Schlingen der Faserbündel frei lassen, erscheint nun eine sehr zarte, vollkommen amorph-membranöse Masse, mit rundlichen oder ovalen, deutlich markirten Körperchen bedeckt. Dies ist die Schleimhaut, und letztere sind die durch die Säure deutlicher gewordenen Kerne ihrer Epithelialzellen.

Kennt man nun die normale Structur der Lungen, so kann man zur Untersuchung pathologisch veränderter Lungen übergehen. Um bei derartigen Untersuchungen nichts zu übersehen, verfährt man am besten methodisch, ähnlich, wie es für Untersuchungen normaler Lungen angegeben wurde. Soll die Untersuchung genau werden, so muß man alle Theile, welche sich in ihrer Farbe, Consistenz u. dergl. von den übrigen unterscheiden, einzeln mikroskopisch untersuchen.

Man bringt zuerst ein kleines Stückchen, von einem frischen Durchschnitt genommen, ohne Wasser unter das Mikroskop. Es läßt sich daran genau bestimmen, ob der untersuchte Theil blutleer, oder mit Blut überfüllt ist; ebenso sieht man, ob er Luft enthält und wie viel. Man setzt nun die Untersuchung fort, indem man das Object, wie vorher angegeben wurde, mit Wasser behandelt und von aller Luft und allem Blute befreit. Sieht man die Faserbündel sehr deutlich, sind die Oeffnungen ihrer Maschen vollkommen frei, mit Nichts ausgefüllt, erscheint überhaupt

das Lungengewebe vollkommen normal, fand man aber bei der ersten Untersuchung wenig oder keine Luft und wenig Blut, so kann man auf eine seröse Infiltration schließen. Erscheinen die Faserbündel nicht deutlich, sind sie namentlich am Rande des Objects nicht frei und sind die Zwischenräume der Maschen vollkommen ausgefüllt, ist überhaupt das ganze Stückchen der Lunge in eine homogene Masse verwandelt, und die eigentliche Structur der Lunge nicht deutlich, auch nach wiederholtem Auswaschen, so ist ein Exsudat von Faserstoff zugegen (rothe Hepatisation). Als weiteres Kriterium für den Anfänger, der seiner Sache ganz sicher sein will, kann noch die Behandlung mit Essigsäure dienen. Wird ein hepatisirtes Stückchen Lunge mit Essigsäure behandelt, so daß man diese länger einwirken läßt oder öfters zusetzt, so wird das Exsudat durchsichtiger, verschwindet allmählig; es erscheinen die unveränderten Faserbündel und die offenen Zwischenräume zwischen ihren Maschen werden mehr oder weniger deutlich.

Bisweilen erscheinen im normalen oder auch im hepatisirten Lungengewebe rundliche oder ovale Massen von $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{100}$''' Durchmesser, von dunkelbrauner Farbe, aus kleineren bräunlichen Körnchen bestehend. Dieselben Massen schwimmen dann auch in der die Lungensubstanz umgebenden Flüssigkeit. In manchen Fällen sind diese Massen mehr oder weniger in die erwähnten kleinen braunen Körnchen aufgelös't, zerfallen. Diese Massen (Exsudatkugeln, Körnchenzellen) charakterisiren eine eigene Stufe des Entzündungsprocesses, der fortschreitenden Entwicklung des Exsudats. Diese Körnchenzellen können bei einiger Uebung mit nichts Anderem verwechselt werden.

In anderen Fällen erscheint das Lungengewebe mit Eiterkörperchen angefüllt (graue Hepatisa-

tion), die dann auch in großer Anzahl in der umgebendend Flüssigkeit schwimmen. Man erkennt sie an ihren früher beschriebenen Form und daran, daß durch die Behandlung mit Essigsäure ihre Hüllen durchsichtig werden und ihre Kerne (einer, gewöhnlich zwei, auch drei) zum Vorschein kommen. Anfänger müssen sich hüten, die durch Essigsäure veränderten Eiterkörperchen nicht mit den durch dasselbe Reagens veränderten Epithelialzellen der Lunge zu verwechseln.

Bei Gangrän der Lunge sieht man in den brandigen Stellen rostfarbige Massen geronnenen und zersetzten Blutes; das Lungengewebe selbst ist zerstört und in eine feinkörnige Masse verwandelt. Von den Faserbündeln sieht man nur hie und da noch Spuren. Bei Grangraena circumscripta erscheint an den Rändern des brandigen Gewebes in dem Maße, als es in das gesunde übergeht, die normale Structur der Lungen wieder deutlicher.

Die Untersuchung tuberculöser Lungen siehe bei den Tuberkeln.

Man kann durch die mikroskopische Untersuchung noch die geringste, dem bloßen Auge gänzlich unsichtbare Spur von Faserstoffexsudat, Eiter, Körnchenzellen u. s. w. in den Lungen erkennen; doch gehört dazu eine gewisse Uebung, und Anfänger namentlich müssen sich hüten, allzu voreilig aus der mikroskopischen Untersuchung auf pathologische Zustande der Lunge zu schließen.

Die mikrochemische Untersuchung des Lungengewebes, um das Verhalten seiner einzelnen Bestandtheile gegen Reagentien zu prüfen, wird auf die gewöhnliche Weise vorgenommen; rein chemische Untersuchungen der Lunge geben selten befriedigende Resultate und können noch seltener zur Aufstellung pathologischer Zustände dienen.

Untersuchung der Leber.

Um eine klare Einsicht in den Bau der Leber zu bekommen, ist es gut, einen anderen Weg einzuschlagen, als den für Untersuchungen des Lungengewebes angegebenen, Wir möchten bei Untersuchungen der Leber gerade zum entgegengesetzten Verfahren rathen, nämlich mit der Betrachtung der Elementartheile zur beginnen und dann allmählig zur Betrachtung der zusammengesetzten Theile fortzuschreiten.

Man mache zu diesem Behufe einen frischen Durchschnitt der Leber, schabe mit einem Messer von diesem etwas ab, bringe das Abgeschabte auf den Objectträger, setze einige Tropfen Wasser zu, rühre mit einem Glasstäbchen oder Messer die Masse durcheinander, um die beigemengten Blutkörperchen aufzulösen oder wenigstens größtentheils verschwinden zu machen und decke ein Glasplättchen darüber.

Beobachtet man bei 200maliger Vergrößerung, so sieht man sehr viele blasse, rundliche Körper von $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{100}$''' Durchmesser, von denen die meisten einen deutlichen Kern mit Kornkörperchen zeigen; die meisten sind mit Oeltröpfchen besetzt, von denen auch außerdem gewöhnlich eine große Anzahl frei in der Flüssigkeit herumschwimmt. — Dies sind die Zellen der Lebersubstanz: wir wollen sie Leberzellen nennen. — Außer ihnen sieht man bisweilen, doch nur selten, noch Cylinderepithelium mit Kernen, wie wir es bereits früher beschrieben haben, theils in Massen verbunden, theils einzeln. — Dies ist Epithelium aus den größeren Gallengängen. — Gewöhnlich sieht man auch ganze Stückchen Lebersubstanz: man überzeugt sich, daß diese aus einer Anhäufung von Leberzellen ohne alles sichtbare Bindemittel bestehen. Alle mit dem Messer abgeschabten Theile bestehen bloß aus solchen Aggregaten von Lebersubstanz.

Man mache nun mit dem Doppelmesser feine Durchschnitte der Lebersubstanz, bringe sie auf den Objectträger, bedecke sie mit einem Glasplättchen, ohne Wasser zuzusetzen und untersuche bei etwa 200maliger Vergrößerung.

Man sieht:

1) Capillargefäße, noch mit Blut erfüllt;

2) Partieen, die offenbar bloß aus Aggregaten von Leberzellen ohne sichtbares Bindemittel bestehen;

3) stellenweise: a mehr derbe, körnig-amorphe Partieen, die man für Schleimhaut größerer Gallengänge — b mehrfaserige Partieen, aus Zellgewebsfasern zusammengewebt, die man als Häute größerer Blutgefäße ansprechen möchte;

4) hier und da Partieen von Fett.

Sehr viele, in allen Richtungen geführte Durchschnitte der Lebersubstanz zeigen weiter nichts, als die genannten Elemente.

Um nun die Anordnung der genannten Bestandtheile der Leber im Großen zu sehen, mache man mit dem Doppelmesser feine Durchschnitte der Lebersubstanz, die man auf dem Objectträger sorgfältig ausbreitet, ohne Wasser zuzusetzen mit einem Glasplättchen bedeckt, und bei einer Vergrößerung von 50 bis 80mal Durchmesser untersucht. Man darf hierbei die Geduld nicht verlieren, denn oft muß man 20, ja 30 Durchschnitte machen, bis einer von ihnen das Gewünschte zeigt. Ist der Durchschnitt gut gelungen, so daß er die Leberläppchen gerade senkrecht auf ihre Achse schneidet (wie dies anzufangen, darüber lassen sich keine Regeln geben), so sieht man Folgendes:

a) deutlich abgegrenzte Massen von rundlicher, ovaler, unregelmäßig vier- oder sechseckiger Form, die 1 bis 2‴ im Durchmesser haben; sie werden hier und da von kleinen Blutgefäßen durchzogen. Man

sieht sie schon mit unbewaffnetem Auge, wenn man den Objectträger mit dem feinen Durchschnitte gegen das Licht hält. Dies sind die Durchschnitte der einzelnen Leberläppchen.

b) Zwischen diesen Partieen sieht man freie, mit Fetttröpfchen erfüllte Zwischenräume, welche namentlich an den Stellen, wo mehre Leberläppchen zusammenstoßen, deutlicher hervortreten und die einzelnen Leberläppchen von einander trennen.

Endlich sieht man:

c) in der Mitte eines jeden Leberläppchens eine freie, fettreiche Stelle, welche gewöhnlich eine Oeffnung bildet.

Untersucht man Lebern, deren Gefäße uud Gallengänge man künstlich injicirt hat, so sieht man nach Kiernan, daß die Gallengänge in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Leberläppchen (b), die Venen der Leber aber in den freien Centren der Leberläppchen (c) verlaufen.

Analysirt man diese feinen Durchschnitte noch weiter bei 200maliger Vergrößerung, nachdem man sie vorher durch Maceriren in Wasser, starkes Ausdrücken des Bedeckungsplättchens rc., durchsichtiger gemacht hat, so sieht man,

1) daß die Substanz der einzelnen Leberläppchen (a) aus Aggregaten von Leberzellen besteht, welche ohne sichtbares Bindemittel neben einander liegen;

2) rings um den Mittelpunct, die Centralöffnung der Leberläppchen sind die Leberzellen dunkler gefärbt, als an andern Stellen; auch finden sich hier einzelne Fetttröpfchen;

3) in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Leberläppchen sieht man Fett abgelagert;

4) in der Mitte der Leberläppchen, namentlich aber in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen

derselben sieht man Partieen, von Sehnenfasern, die man an ihrem gleichen Durchmesser, an der Art, wie sie mit einander verwebt sind, für Häute von Gefäßen erkennt. Eigentliches Zellgewebe erscheint nirgends deutlich.

Hat man sich auf diesem Wege eine genaue Kenntniß von dem mikroskopischen Ansehen normaler Lebern erworben, so mag man zur Untersuchung pathologisch veränderter übergehen. Man verfährt dabei auf ganz ähnliche Weise.

Die die Lebersubstanz selbst betreffenden krankhaften Veränderungen der Leber lassen sich auf einige wenige mit dem Mikroskope sehr deutlich und auf den ersten Blick wahrnehmbare Structurveränderungen zurückführen. Dies sind folgende:

1) die Fettablagerung, welche sich bei normalen Lebern auf eine geringe Quantität Fett in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Leberläppchen, beschränkt ist mehr oder weniger vermehrt;

2) die farblosen, nur mit Fettkörnchen besetzten Zellen der normalen Leber sind in kleinerer oder größerer Ausdehnung mit intensiv gelben oder safranfarbigen Körnchen erfüllt. Diese Veränderung erscheint bisweilen mit der vorigen combinirt;

3) zwischen den Leberzellen sind unregelmäßige Massen eines braunen Pigmentes abgelagert. Auch diese Veränderung kann sich mit den vorigen combiniren;

4) zwischen den Zellen sind Massen kleiner intensiv schwarzer Körnchen (schwarzes Pigment) abgelagert. Die unter 3 und 4 erwähnten Veränderungen sind selten. Die letzte findet sich vorzugsweise an der Oberfläche der Leber.

Die chemische Untersuchung der Leber wird nach den gewöhnlichen Regeln angestellt: sie liefert hauptsächlich nur bei der fettigen Degeneration derselben interessante Resultate, muß aber dann quantitativ sein.

Untersuchung der Milz.

Man verfährt hier am besten auf ähnliche Weise, wie wir es bei Untersuchung der Leber angegeben haben, indem man zuerst die Elementartheile kennen zu lernen sucht.

Man schabe von einem frischen Durchschnitt einer normalen Milz mit dem Messer etwas ab, bringe das Abgeschabte auf den Objectträger und bedecke es mit einem Glasplättchen. Untersucht man nun bei etwa 200maliger Vergrößerung, so sieht man undeutliche, verworrene Massen und sehr viele Blutkörperchen. Man setze nun Wasser zu, um die Blutkörperchen wegzuwaschen und untersuche wieder.

Nun entdeckt man sehr viele kleine ovale oder rundliche Körperchen, $\frac{1}{300}'''$ lang, $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{500}'''$ breit: sie sind napfförmig ausgehöhlt; die meisten von ihnen enthalten einen kleinen Kern. Wenige dieser Körperchen schwimmen isolirt in der Flüssigkeit, die meisten sind an dünne oder dickere Fäden angeheftet, welche zwischen $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{25}'''$ lang sind. Andere der beschriebenen Körperchen sind nicht an Fäden befestigt, sondern in rundliche, durchsichtige Zellen eingeschlossen. Es finden sich alle Uebergangsstufen zwischen den rundlichen Zellen und den langgestreckten Fäden. Wir wollen die erwähnten Körperchen mit den Kernkörperchen und den Fäden, an denen sie ansitzen, oder den Zellen, die sie einschließen, Milzkörperchen nennen.

Man prüfe nun unter dem Mikroskope auf die schon mehrmals beschriebene Weise das Verhalten dieser Milzkörperchen gegen Reagentien. Man findet, daß sie durch Wasser nicht verändert werden. Durch Essigsäure werden die Fäden und Hüllen der Milzkörperchen sehr durchsichtig, ja verschwinden fast ganz, ihre Kerne dagegen werden nicht afficirt und treten viel deutlicher hervor.

Durch Ammoniak verschwinden sowohl die Wände und Fäden der Milzkörperchen, als auch, wenigstens nach längerer Einwirkung, ihre Kerne.

An kleinen abgerissenen Stückchen der Milzsubstanz sieht man, daß diese Milzkörperchen in einander verwebt und ohne sichtbares Bindemittel zu größeren Massen verbunden sind.

Macht man mit dem Doppelmesser einen feinen Durchschnitt der Milzsubstanz, so zeigt dieser bloß Aggregate von Milzkörperchen und Blut.

Wird ein größeres, etwa liniengroßes Stückchen der Milz mit der Scheere abgeschnitten, mit Wasser ausgewaschen, dann mit einem Bedeckungsplättchen zerdrückt, so zeigt dieses, außer Milzkörperchen, auch noch kleine Partieen von Fett und Partieen von Sehnenfasern. Behandelt man dieses so präparirte Stückchen noch mit Ammoniak, um die Milzkörperchen wegzuschaffen oder wenigstens durchsichtig zu machen, so entdeckt man viele Partieen von parallel laufenden Fasern, die sich durchkreuzen, baumartig verzweigen, mit einander anastomosiren; man erkennt sie sogleich für die Häute von Gefäßen, welche das aus Milzkörperchen bestehende Parenchym der Milz durchziehen.

Von pathologischen Veränderungen der Milz habe ich nur mikroskopisch untersucht:

1) Erweichung, die man schon an den physikalischen Eigenschaften erkennt: die mikroskopische Untersuchung zeigt hier dieselben Elemente, wie bei der normalen Milz, nur sind die Milzkörperchen mehr vereinzelt, nicht so innig zu größeren Massen vereinigt, als bei jener.

2) Verhärtung durch Faserstoffexsudat. Die Milzkörperchen sind in eine dichte Masse von geronnenem Faserstoff eingebettet, welche durch Behandlun

mit Essigsäure durchsichtig wird und die Kerne der Milzkörperchen erkennen läßt.

Untersuchung der Nieren.

Die mikroskopische Untersuchung der Nieren gehört zu den schwierigeren Aufgaben. Will man eine deutliche Einsicht in die Structur dieses Organes erhalten, so wähle man möglichst frische Nieren und untersuche sie, ohne vorher auszuwässern.

Bringt man ein kleines Stückchen der Corticalsubstanz, das man mit einem scharfen Messer oder einer Scheere abgeschnitten hat, auf den Objectträger und untersucht es, ohne Wasser zuzusetzen, bei einer etwa 100maligen Vergrößerung, so sieht man im günstigen Falle, d. h., wenn die Capillargefäße der Nieren noch ganz oder größtentheils mit Blut angefüllt sind, sehr viele Blutgefäße. Stellenweise erscheinen viele Capillargefäße maschenartig oder schlingenartig vereinigt, so daß sie eine Art Quaste oder Krone von rundlichem Umfange bilden — dies sind die Malpighi'schen Körperchen der Nieren. Wäscht man nun das Stückchen Niere mit Wasser aus und setzt etwas Essigsäure zu, so findet man, wenn man nachher untersucht, daß die Blutgefäße verschwunden oder vielmehr unsichtbar geworden sind, weil das in ihnen enthaltene Blut, welches sie allein sichtbar machte, ausgewaschen ist. Die Malpighi'schen Körperchen sieht man aber noch immer als rundliche, traubige, knollige Partieen, welche nach Behandlung mit Essigsäure eine Menge kleiner, $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{300}$''' großer dunklerer Körperchen in eine hellere, ganz durchsichtige Grundlage eingebettet zeigen. Man überzeugt sich auf diese Weise, daß die Malpighi'schen Körperchen nicht bloß aus Verzweigungen von

Blutgefäßen bestehen. Schabt man von einem frischen Durchschnitte der Corticalsubstanz mit einem Messer etwas ab und bringt das Abgeschabte auf den Objectträger, indem man es mit etwas Wasser verdünnt, so erscheinen gleichfalls viele abgerissene Malpighi'sche Körperchen, deren Blutgefäße dann aber gewöhnlich nicht sichtbar sind.

Hat man sich nun Form und Aussehen der Malpighi'schen Körperchen eingeprägt, so mag man zur Untersuchung der Harncanäle übergehen. Am besten verfährt man dabei auf folgende Weise: man mache mit dem Doppelmesser einen feinen Durchschnitt durch die Corticalsubstanz senkrecht auf den Umfang der Niere, wasche ihn mit Wasser aus, bringe ihn auf den Objectträger, zerre ihn mit feinen Nadeln aus einander, indem man versucht, ihn etwas aufzufasern. Man bedecke ihn mit einem Glasplättchen und untersuche bei circa 200maliger Vergrößerung. Man sieht nun die schon bekannten Malpighi'schen Körperchen und außerdem noch deutliche bandartige Massen, $\frac{3}{30}$—$\frac{1}{60}$''' breit, welche gewöhnlich gerade, bisweilen etwas geschlängelt vorlaufen. Man sieht in ihnen ein sehr deutliches Epithelium, d. h., Zellen mit Kernen, welche besonders an den beiden Rändern der bandartigen Streifen gewöhnlich sehr deutlich hervortreten. — Dies sind die Harncanäle. Am deutlichsten erkennt man ihre Structur an den einzelnen Stücken derselben, welche gewöhnlich in der das Präparat umgebenden Flüssigkeit schwimmen. Sie bestehen aus einer vollkommen durchsichtigen amorphen Hülle (Membran), welche auf ihrer innern Fläche mit kernhaltigen Epithelialzellen überzogen, ausgekleidet ist. Man überzeugt sich davon auf das Bestimmteste, wenn man das Präparat öfters mit Wasser auswäscht und durch Schaben mit dem Messer, durch Reiben mit dem be=

deckenden Glasplättchen auf dem Objectträger das Object soviel, als möglich, zu zerkleinern sucht. Man sieht dann gewöhnlich einzelne Harncanäle, von denen das Epithelium ganz oder theilweise abgestreift ist und die nur aus einer vollkommen durchsichtigen, farblosen Membran bestehen. In der umgebenden Flüssigkeit erscheinen dann immer sehr viele abgestoßene Epithelialzellen.

Hat man auf diese Weise die einzelnen Bestandtheile der Nieren kennen gelernt, so bleibt nur noch übrig, daß man die Anordnung und Lagerung derselben beobachte. Man mache zu diesem Zwecke mit dem Doppelmesser feine Durchschnitte durch die von ihrer fibrösen Kapsel befreite Niere die Durchschnitte müssen senkrecht auf den Umfang der Niere, d. h., parallel mit dem Verlaufe der Harncanäle geführt werden. Am äußersten Umfange der Niere entdeckt man bei etwa 100maliger Vergrößerung eine Schicht von Sehnenfasern, welche parallel mit der Oberfläche der Nieren laufen. Unmittelbar darunter sieht man die blinden Enden der Harncanäle, welche bisweilen etwas kolbig anschwellen, zwischen ihnen Malpighi'sche Körperchen; das Gefäßnetz auf den Malpighi'schen Körperchen und die größeren mit den Harncanälen parallellaufenden Blutgefäße erscheinen bisweilen, doch nicht immer, an frischen Nieren auch ohne künstliche Injection sehr deutlich. Die Harncanäle verlaufen alle parallel nach den Nierenpapillen zu: man sieht, wie von Zeit zu Zeit zwei oder mehre derselbeu anastomosiren und sich zu einem Canale vereinigen. Außer Malpighi'schen Körperchen, Harncanälen und Blutgefäßen läßt sich in der Corticalsubstanz der Niere Nichts wahrnehmen.

Untersucht man nun die Medullarsubstanz auf ähnliche Weise, so entdeckt man gleichfalls Harncanäle, die ganz dieselbe Beschaffenheit zeigen, wie die der Rindensubstanz, aber meist einen größern Durch-

messer haben, als dort. Man sieht aber hier keine Malpighi'schen Körperchen mehr: außer den Harncanälen entdeckt man hier nur noch Blutgefäße, die aber ohne künstliche Injection sehr selten deutlich wahrgenommen werden können.

Kennt man einmal die normale Beschaffenheit der Nieren, so kann man bei einiger Uebung auch ihre pathologischen Veränderungen durch die mikroskopische Untersuchung ziemlich leicht entdecken. Man sieht, wie bei Anämie der Corticalsubstanz die Malpighi'schen Körperchen, respective ihre Blutgefäße, vollkommen blutleer erscheinen, wie nach Hämaturie in den Harncanälen stellenweise kleine Blutcoagula abgelagert sind, die man an ihrer gelbröthlichen Farbe erkennt, wie nach Entzündung der Nieren zwischen die Harncanäle Faserstoff abgelagert ist u. s. w.

Anstellung von Brüteversuchen.

Um methodische Untersuchungen über Entwickelung sowohl des Embryo's überhaupt, als seiner einzelnen Gewebe und Organe anzustellen, bedient man sich gewöhnlich bebrüteter Hühnereier, die man in verschiedenen Tagen der Bebrütung mikroskopisch untersucht, um so alle Stadien der Entwickelung kennen zu lernen. Da man nicht unter allen Verhältnissen und zu jeder Zeit die Eier von einer Henne ausbrüten lassen kann, was freilich das Bequemste ist, so bedient man sich dazu häufig einer künstlichen Wärme. Die dazu nöthige Vorrichtung nennt man Brütemaschine.

Eine solche Brütemaschine besteht gewöhnlich aus zwei cylindrischen Büchsen von Blech, welche beide

unten geschlossen, oben offen sind. Die eine dieser Büchsen ist etwas kleiner, als die andere und hat an ihrem oberen Ende einen nach Außen vorspringenden Rand, damit sie, in die größere Büchse gesteckt, nicht in dieselbe hineinfalle. Werden beide Büchsen in einander gesteckt, so gleicht das Ganze dem auf Fig. 289 abgebildeten Wasserbade; es hat auch ganz denselben Zweck. Das Größenverhältniß der beiden Büchsen soll so sein, daß, wenn sie in einander stecken, der Boden sowohl, als die Wände der inneren etwa 1—1½ Zoll von den entsprechenden Theilen der äußeren entfernt bleiben. Die kleinere Büchse muß so groß sein, daß sie wenigstens 6 Eier aufnehmen kann. Nach Bedürfniß kann man sie größer machen, kann auch wohl beide Büchsen durch Metallstifte rc. unbeweglich mit einander verbinden lassen. Das Ganze kann durch einen genau passenden Deckel von dickem Holze verschlossen werden: in diesen ist ein Thermometer so eingefügt, daß sich seine Kugel im Innern der Büchse, seine Scala aber außerhalb befindet, damit man, ohne die Büchse zu öffnen, die im Innern herrschende Temperatur beobachten könne. Bei'm Gebrauche bringt man die Eier, mit Werg, Wolle, Heu oder einem andern schlechten Wärmeleiter umgeben, in die innere Büchse; füllt dann den Zwischenraum zwischen beiden Büchsen mit lauwarmem Wasser an, legt den Deckel auf, den man noch, um die Wärme besser zurückzuhalten, gleichfalls mit Wolle bedecken kann, und sucht durch eine untergestellte Lampe die ganze Vorrichtung mehre Tage lang in einer möglichst gleichen Temperatur von ungefähr 35° Cent. zu erhalten.

Zur Regulirung der Temperatur kann eine gewöhnliche kleine Oellampe dienen, welche man unter die auf einem Dreifuße von Metall stehende Brütemaschine setzt. Doch ist es schwierig und nicht im-

mer möglich, durch eine solche Oellampe, namentlich bei Nacht, eine immer gleiche Temperatur zu erhalten. Besser entspricht diesem Zwecke eine von Schramm angegebene, eigenthümlich eingerichtete Weingeistlampe (Fig. 290). Sie besteht aus einer mit Weingeist gefüllter Glasflasche, welche mit einem Korke luftdicht verschlossen ist. In diesem Korke sind zwei Glasröhren luftdicht eingesetzt: die eine derselben (a) geht gerade in die Flasche hinein, die andere (b in der Figur) ist doppelt gekrümmt; sie geht gerade in die Flasche hinein, krümmt sich, so wie sie den Kork und die Flasche verläßt, nach abwärts, bis sie fast den Boden erreicht, geht dann wieder aufwärts und endigt hier in eine Kugel (c), welche oben offen ist. In diese Kugel wird in einer Hülse von Blech ein Docht von Baumwolle eingesetzt, wie bei einer gewöhnlichen Spirituslampe. Das andere in der Flasche befindliche Ende der Röhre b hat dieselbe Höhe, wie die Mitte der Kugel c. Durch Ansaugen bei c läßt man den Weingeist in der Röhre b aufsteigen: er füllt dann die ganze Röhre bis an die Mitte der Kugel c an. Durch die zweite Röhre a dringt immer soviel Luft in die Flasche, als nöthig ist, um den verbrannten Weingeist zu ersetzen, und der Stand des Weingeistes in der Kugel bleibt so lange unverändert derselbe, bis das Niveau der Flüssigkeit in der Flasche unter das Ende der Röhre b herabgesunken ist, was bei gehöriger Größe der Flasche erst nach einigen Tagen eintritt. Man hat dann nichts weiter zu thun, als die Flasche auf's Neue mit Weingeist zu füllen. Dieser Apparat wird so gestellt, daß die Kugel, d. h., die Lampe, unter die Mitte der Brütemaschine und die Flasche neben derselben zu stehen kommt: man erhält durch diese Vorrichtung eine sehr gleiche Temperatur, deren Schwankungen 1—2° nicht übersteigen, namentlich, wenn man dar-

auf sieht, daß der angewandte Weingeist sehr rein sei, damit der Docht nicht allmählig durch die Unreinigkeiten desselben verstopft werde und verkohle.

Um die Verminderung der Temperatur durch Ausstrahlung der Wärme von den Wänden der Brütemaschine soviel, als möglich, zu verringern, kann man die ganze Brütemaschine noch mit Wolle, Heu oder einem anderen schlechten Wärmeleiter umgeben.

Diese Vorrichtung dient nicht nur, um Eier auszubrüten, sondern anch zu anderen Versuchen, welche eine längere Zeit anhaltende und gleichmäßige Erhöhung der Temperatur erfordern, z. B., zu künstlichen Verdauungsversuchen.

Bei Brüteversuchen sei man in der Auswahl der Eier vorsichtig: man wähle, wo möglich, nur frischgelegte, da ältere gewöhnlich durch längere Aufbewahrung verdorben sind oder wenigstens ihre Keimkraft verloren haben.

Bei methodisch angestellten Brüteversuchen, wo man zugleich mehre Eier aus verschiedenen Stadien der Entwickelung in der Maschine hat, schreibe man auf die Schalen der Eier mit Tinte den Tag, an dem man sie in die Maschine eingelegt hat, um Verwechselungen zu verhüten.

Will man die bebrüteten Eier mikroskopisch untersuchen, so öffne man sie mit Vorsicht, fange den Embryo in einem kleinen Uhrgläschen auf und wasche das anhängende Eiweiß und die Dottertheilchen mit lauwarmem Wasser ab. Auf die Beschreibung der weiteren Untersuchung können wir hier nicht eingehen, da ihr technischer Theil, die dabei einzuschlagende Methode, von der mikroskopischen Untersuchung zootomischer Gegenstände überhaupt, wie wir sie im Vorhergehenden beschrieben haben, nicht verschieden ist, und wir voraussetzen müssen, daß Jeder, der solche Untersuchungen anstellt, sich vorher eine vertraute

Bekanntschaft mit dem gegenwärtigen Standpuncte der Entwickelungsgeschichte erworben haben wird, so daß er das, was er sieht, auch gehörig deuten kann.

Wir bemerken nur noch, daß man gewöhnlich eine große Zahl von Eiern aufwenden muß, um eine einigermaßen vollständige Uebersicht über die Entwikkelung des Embryo's zu bekommen, da nicht alle Brüteversuche anschlagen.

IV. Conservation und Aufbewahrnng mikroskopischer Präparate.

Man wünscht nicht selten die bei mikroskopischen Untersuchungen erhaltenen Präparate, wenn sie selten oder sehr charakteristisch sind, aufzubewahren, um sie Andern zeigen oder später selbst wieder benutzen zu können.

Dies läßt sich auf verschiedene Weise bald mehr, bald weniger vollständig erreichen.

Sind die Gegenstände nicht allzuzart und nicht der Fäulniß unterworfen, so kann man sie ohne weitere Zubereitung aufbewahren. Man wäscht sie mit Wasser oder verdünntem Alkohol ab, reinigt sie mit einem feinen Pinsel von etwa anhängendem Staub, legt sie dann auf einen Objectträger von Fensterglas, oder, besser noch, von Spiegelglas (deren man sich zu diesem Behufe viele in Vorrath schneiden lassen kann), deckt ein dünnes Glasplättchen darüber und klebt dieses durch schmale Streifen Papier mittelst einer Auflösung von arabischem Gummi auf den Objectträger fest. Auf dieselbe Weise verklebt man alle Ritzen und Oeffnungen zwischen den beiden Gläsern, um das Eindringen von Staub und anderen Unreinigkeiten zu verhindern. So bereitete Präparate halten sich viele Jahre lang.

Ist der Gegenstand dick und weniger fest, so daß man fürchten muß, er möchte durch das aufgelegte Glasplättchen zerdrückt oder allmählig in seiner Form verändert werden, so legt man vor dem Verkleben unter die Ränder des Bedeckungsplättchens schmale Streifchen Papier oder Streifchen eines Kartenblattes, um das Bedeckungsplättchen dadurch vom Objectträger entfernt zu halten.

Ein solches Verfahren kann man anwenden bei Schmetterlingsschuppen, Fischschuppen, Haaren, feinen Zahndurchschnitten, Holzdurchschnitten, Knochendurchschnitten und anderen Gegenständen der Art, die man bei durchgehendem Lichte betrachten will.

Für undurchsichtige Gegenstände der Art, die nur bei auffallendem Lichte betrachtet werden sollen, wählt man entweder einen Objectträger von schwarzem Glas, oder überzieht den Objectträger von Spiegelglas an seiner Unterseite mit schwarzem Wachse, das man, um sein Abstoßen zu verhindern, mit Seide oder Papier überklebt.

Kleine Krystalle oder andere opake Körper, die man wegen ihrer Größe und Form nicht wohl zwischen zwei Glasplättchen einschließen kann, klebt man mit etwas Wachs auf ein Blättchen schwarzes Glanzpapier, eine Platte von Ebenholz, oder auch auf ein Täfelchen von schwarzem Wachse.

Viele Gegenstände, die leicht faulen und in Berührung mit der Luft, durch Einwirkung der Feuchtigkeit u. s. w. leicht zersetzt werden, lassen sich in Terpenthin aufbewahren. Man bringt auf einen Objectträger, den man sich aus einer Tafel Spiegelglas hat schneiden lassen, einen oder einige Tropfen reinen Terpenthin, legt den Gegenstand in denselben und giebt ihm durch feine Nadeln die Lage, welche er einnehmen soll. Man kann nun noch etwas Terpenthin zusetzen, damit der Gegenstand von allen

Seiten von demselben umgeben werde, läßt den Objectträger (mit einem Uhrglase bedeckt, um Staub abzuhalten), an einem warmen Orte stehen, bis der Terpenthin sich ausgebreitet und eine glatte Oberfläche angenommen hat, dann deckt man sehr vorsichtig ein Glasplättchen darüber, wobei man vorzüglich darauf achten muß, daß keine Luftblasen mit eingeschlossen werden, und verklebt die Ränder der beiden Gläser, sowie alle Ritzen mit Papierstreifen. Auf diese Weise kann man sehr viele Krystalle, Epidermis und ihre Anhänge, ganze Thiere, wie Krätzmilben (nachdem man vorher die Körperhöhlen geöffnet und sie mit Weingeist abgewaschen hat), kurz alle, auch die zartesten Gegenstände, wenn sie vom Terpenthin nicht verändert werden, aufbewahren. Man wählt gewöhnlich venetianischen Terpenthin; es ist gut, wenn man denselben vorher durch längeres Aufbewahren in einem offenen Gefäße hat etwas dick, ja selbst fest werden lassen. Durch Erwärmen wird er sogleich wieder flüssig: er trocknet dann um so eher.

Ist der Gegenstand sehr zart und zerbrechlich, so daß er durch den Druck des bedeckenden Glasplättchens verändert werden könnte, so muß man auch hier, wie es oben angegeben wurde, zwischen Objectträger und Bedeckungsplättchen schmale Papierstreifen legen.

Man kann auf diese Weise, wie bereits erwähnt, ganze Thiere oder Theile von Thieren aufbewahren, wie Krätzmilben, Tracheen und Mundwerkzeuge von Insecten ꝛc. In diesem Falle müssen diese Theile vorher präparirt werden, mit durch Wasser verdünntem Weingeist abgewaschen, mit feinen Pinseln von allen anhängenden Unreinigkeiten befreit werden u. s. f. Der Terpenthin gewährt dadurch, daß er alle Theile

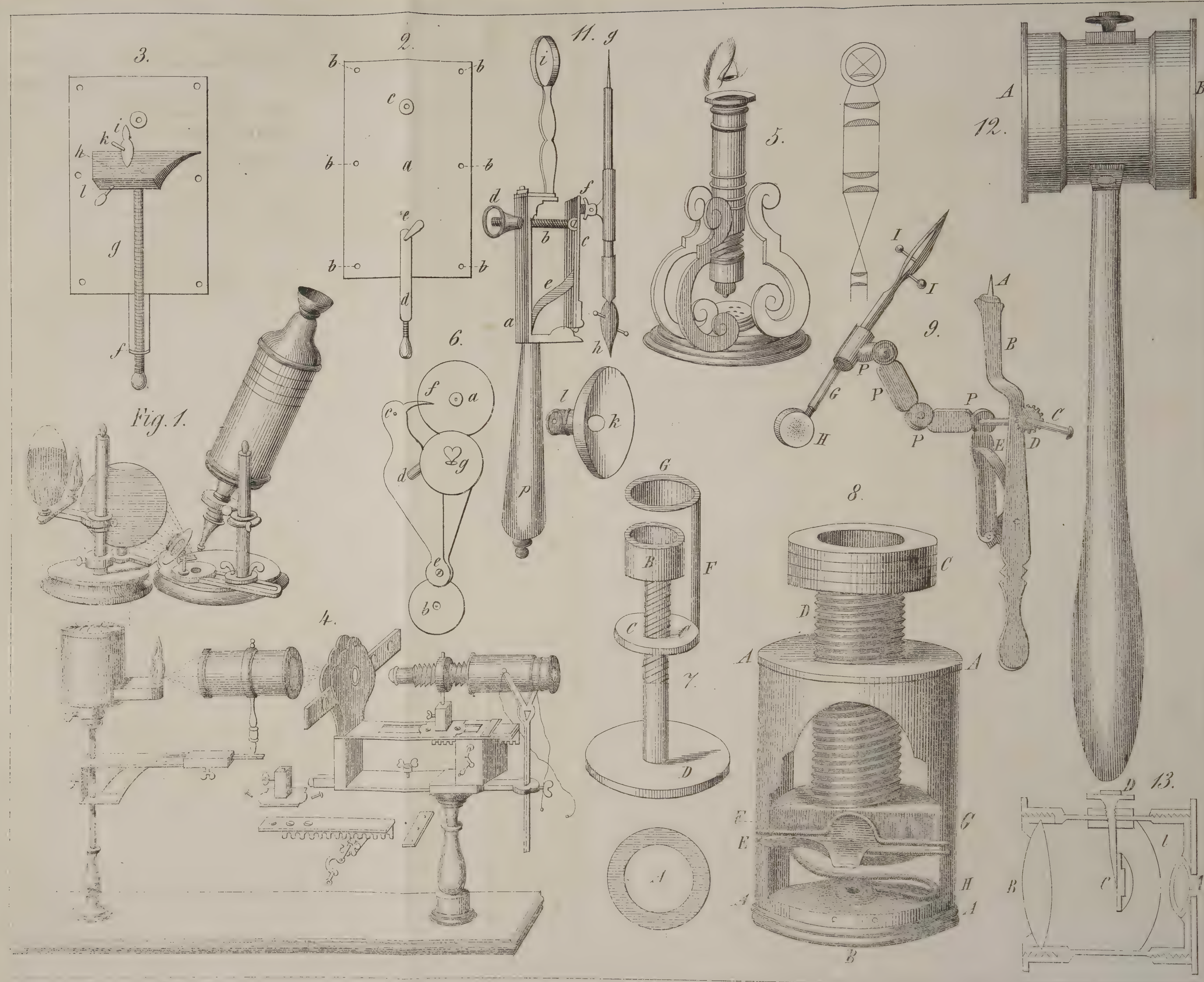
durchdringt, noch den Vortheil, daß er weniger durchsichtige Theile durchsichtiger macht.

Manche Gegenstände kann man auch im Kleinen in Weingeist aufbewahren. Man bereitet sich durch Abreiben von Bleiweiß mit Leinölfirniß eine Art Brei, macht mit diesem auf den Objectträger einen erhöhten Rand, eine Art Wall, der nach Erforderniß $\frac{1}{2}$—1''' hoch ist; sobald diese Einfassung trocken geworden ist, fülle man die dadurch entstandene Höhle mit Weingeist, bringe das Object hinein, lege ein Glasplättchen darüber und verstreiche alle Ritzen sorgfältig mit dem genannten Brei.

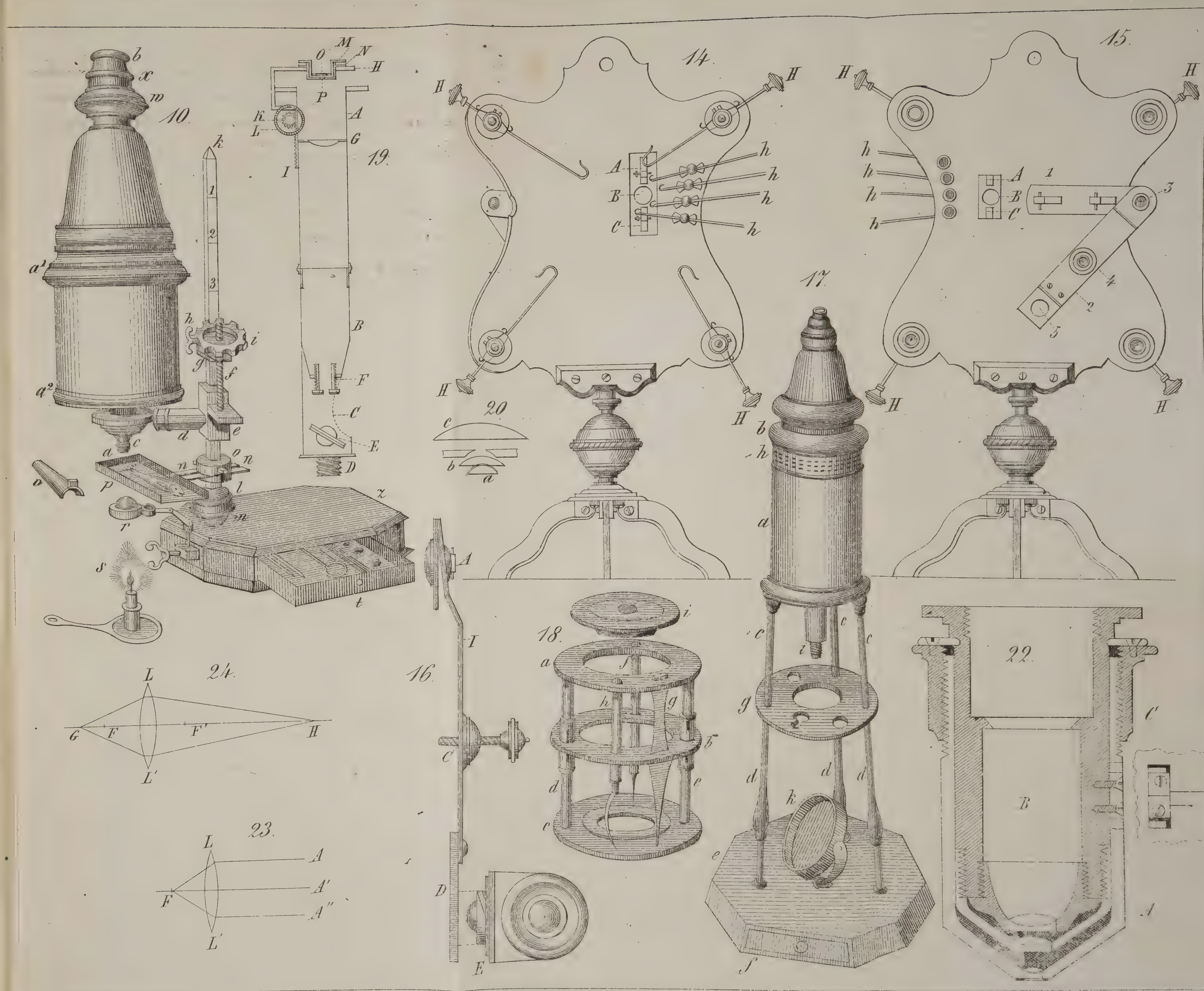
Einige Objecte, wie Blutkörperchen, manche Arten von Infusorien, kann man auch auf den unbedeckten Objectträger auftrocknen lassen, wobei sie freilich gewöhnlich etwas verändert werden, und sie so wenigstens einige Tage lang aufbewahren.

1. Mikroskop von Hooke.
2. Mikroskop von Leuwenhoeck von vorne
3. " " von hinten
4. " von Bonnani.
5. " von Gründel.
6. " von Gray mit Wassertropfen.
7. Katoptrischer M. von Gray.
8. Taschenmikroskop von Wilson.
9. Einfacher Mikr. von Wilson.
11. " " von Lieberkühn.
12. Katadioptrischer M. von Lieberkühn.
13. " " " " Durchschnitt.

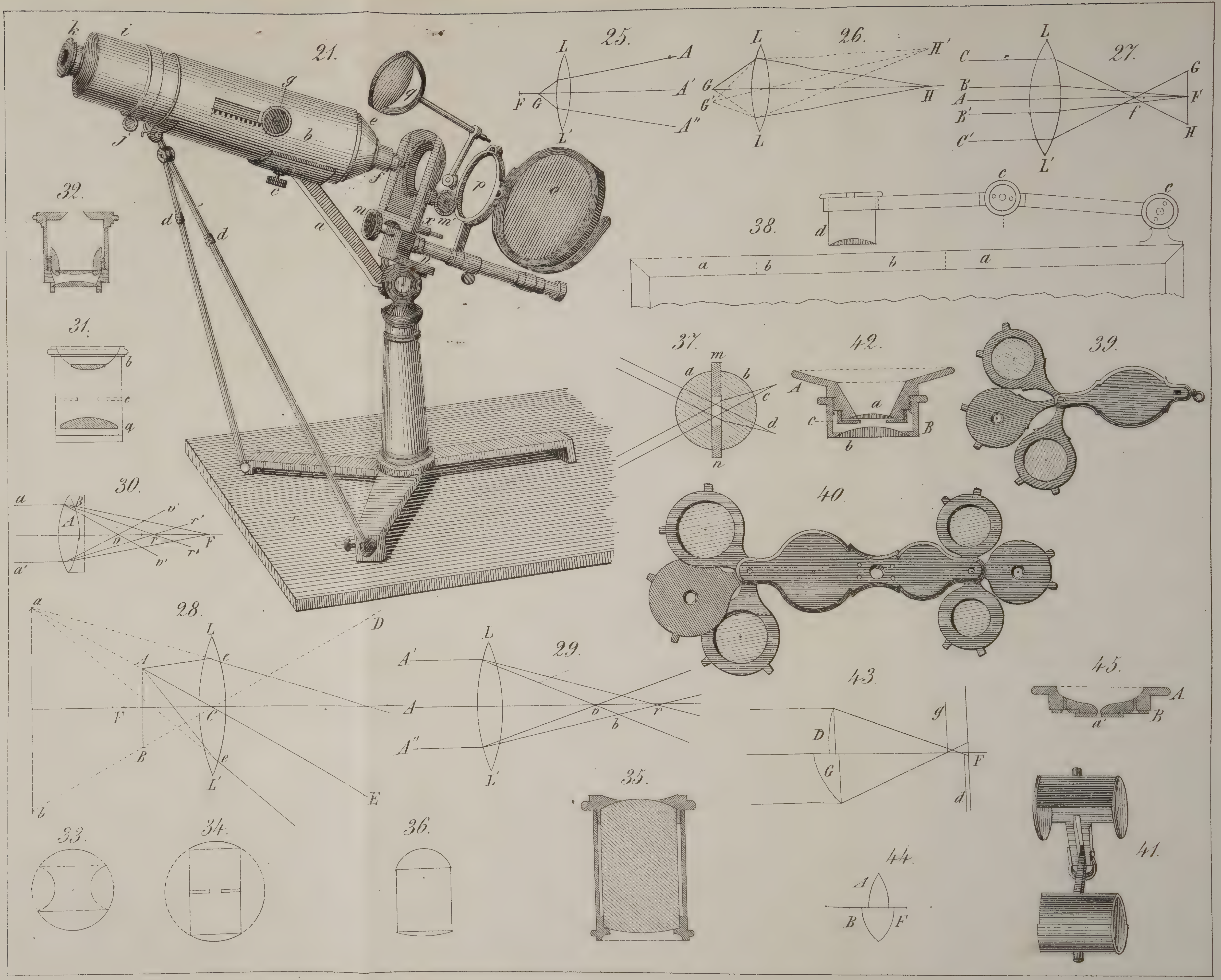
Taf. 1.



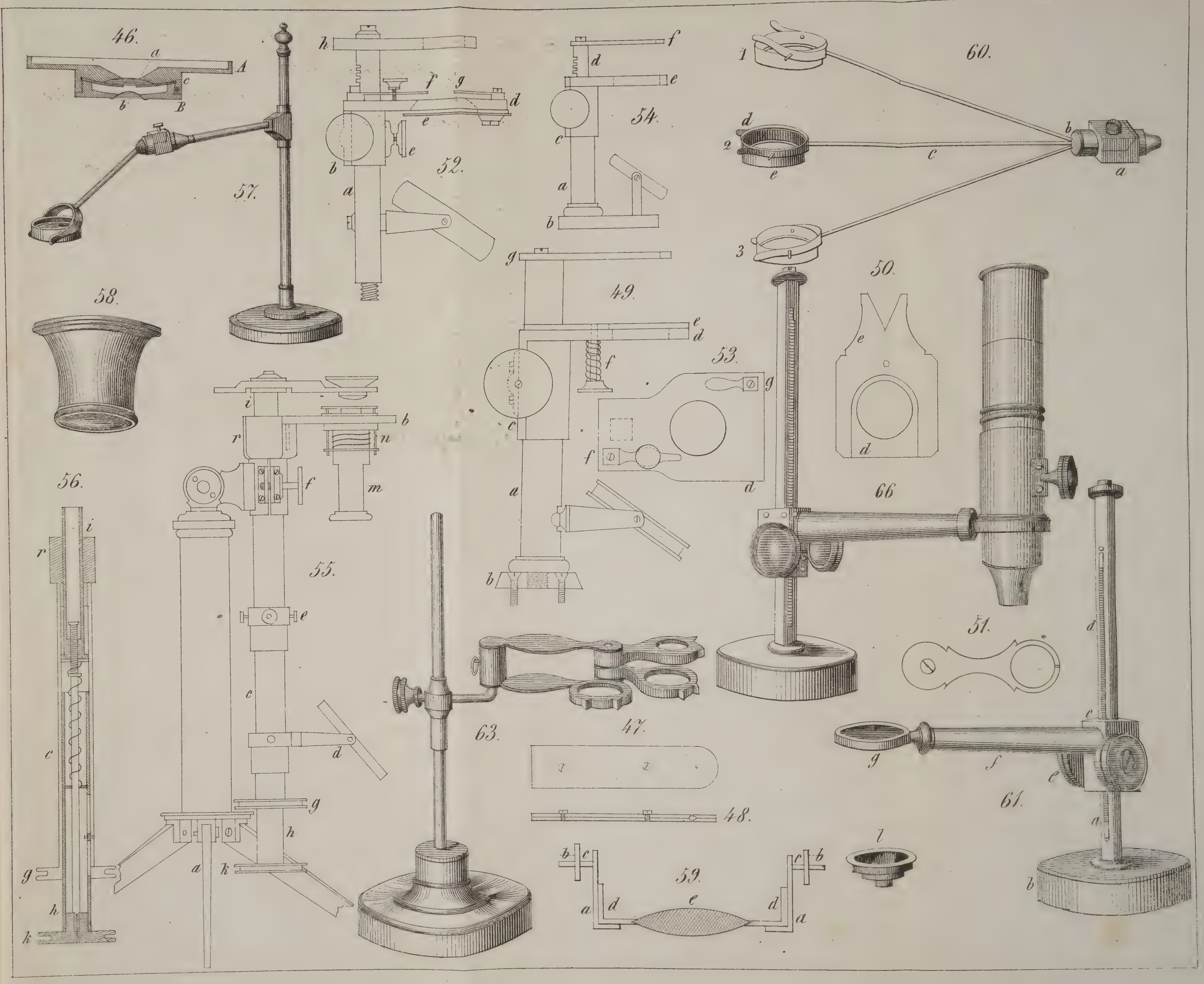
10. Mikroskop von Marshall.
14. " von Lieberkühn von hinten
15 " von vorne
16. Linsenarm zu Lieberkühn Mikroskop.
17. Mikroskop von Culpeper u. Scarlet.
18. " von Withering.
19. " von Wollaston
20. Triplet von Holland.
22. Objektiv mit Correction von Ross.
23. 24. Brechung der Lichtstrahlen durch Linsen.



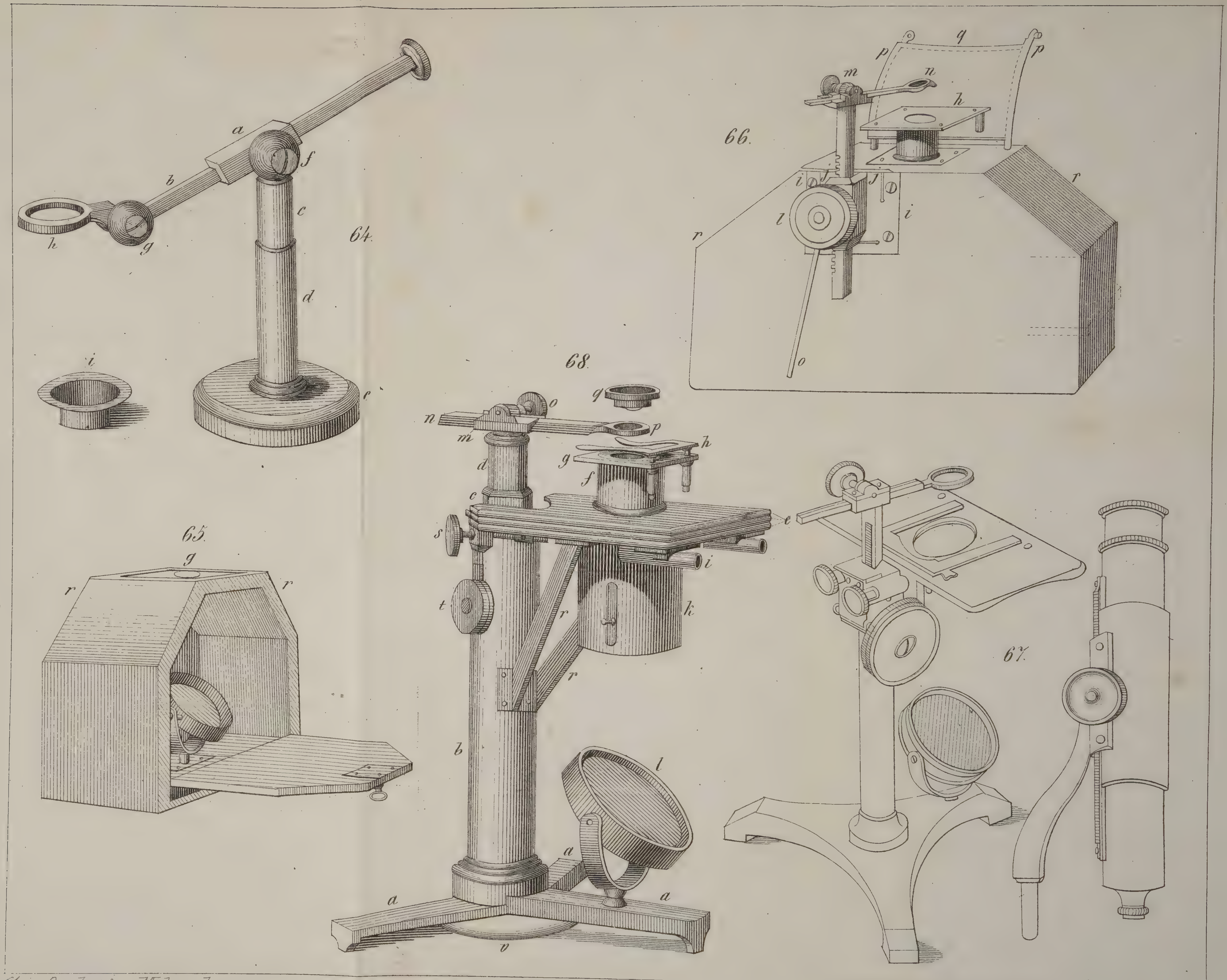
21. Mikroskop von Smith.
25-30 Brechung der Lichtstr. durch Linsen.
31. Lupe von Wilson
32. " " Fraunhofer.
33. " " Brewster.
34.35. " " Coddington.
36. " " Stanhope.
37. Periskopische Lupe von Wollaston.
38. Lupenträger.
39.40.41. Taschenlupen.
42. Doublet von Chevalier.
43.44. Vergleichung e. Glas- u. Diamantlinse.
45 Fassung für Doublets.



46. Doublet
47. 48. Fassung für Linsen u. Glasnäpfchen.
49. Stativ d. einfachen Mikroskops von Plössl.
50. Dessen Tisch.
51. Linsenträger zu demselben.
52. 53. Stativ d. einf. Mikr. von Körner
54. Taschenmikroskop von Pritchard
55. 56. Einfaches Mikroskop von Pritchard
57. Lupenträger.
58. Lupe in Hornfassung.
59. Lupenfassung.
60. Lupenträger.
61. Lupenträger.
62. Stativ für ein Pancratmikroskop
63. Lupenträger

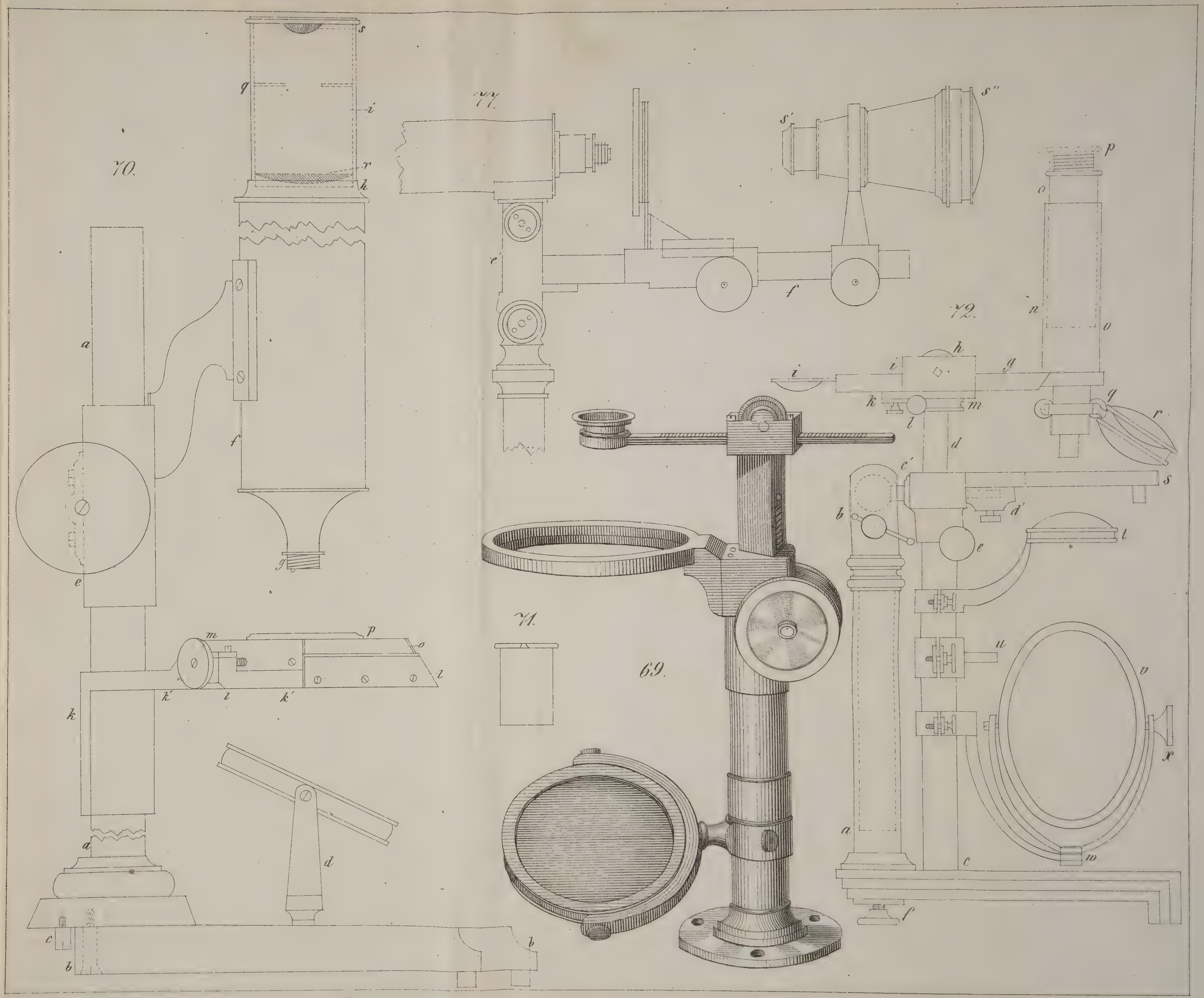


64 Lupenträger
65.66. Dissectionsmikroskop von Slack.
67.68 " von Ross.

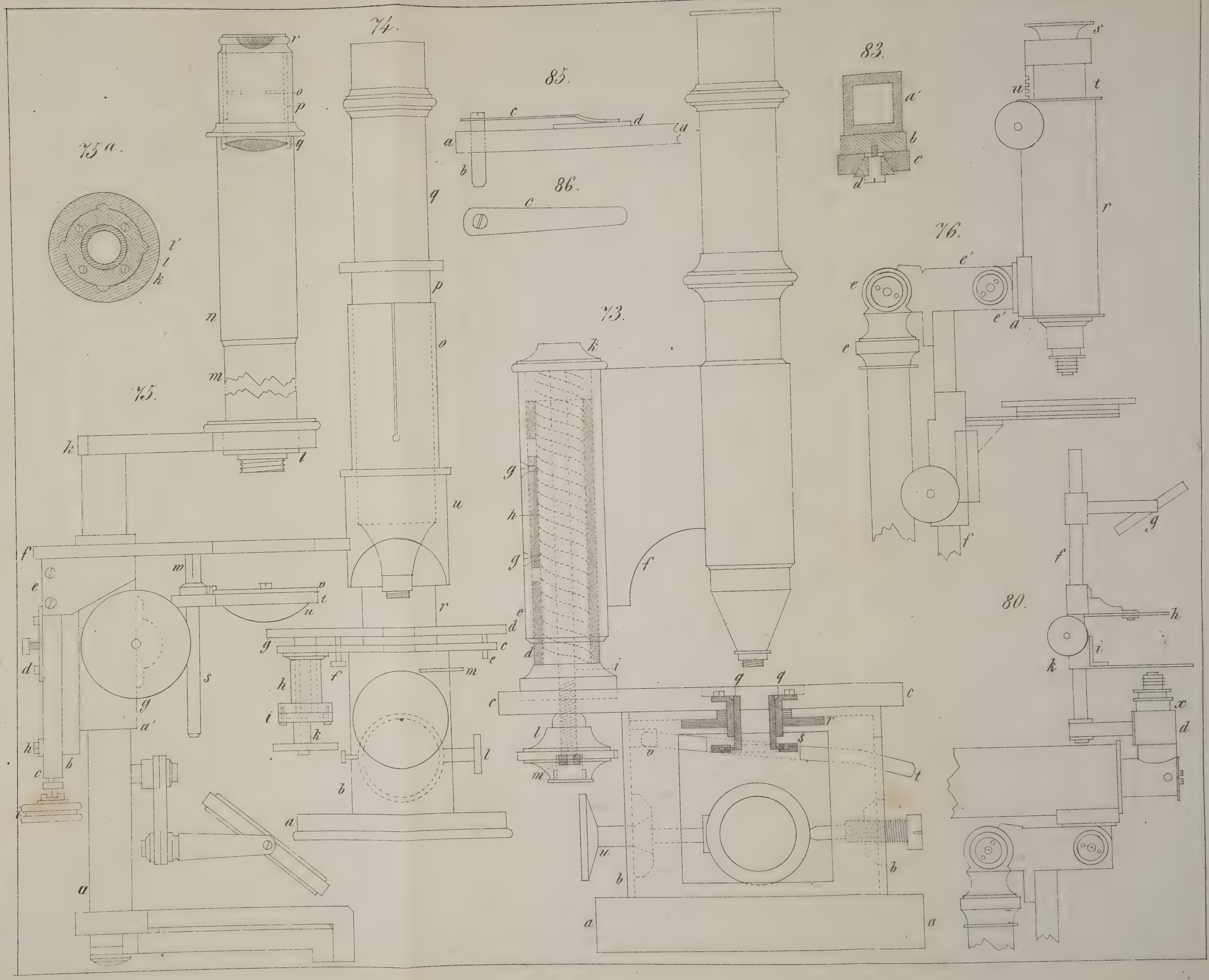


Zu Quekett's Mikroskop.

69. Einfacher Mikr. von Smith u. Beck.
70 Mikroskop von Plössl.
71. Cylinderblendung.
72. Gorings Engyskop.
77. Mikroskop von Chevalier.

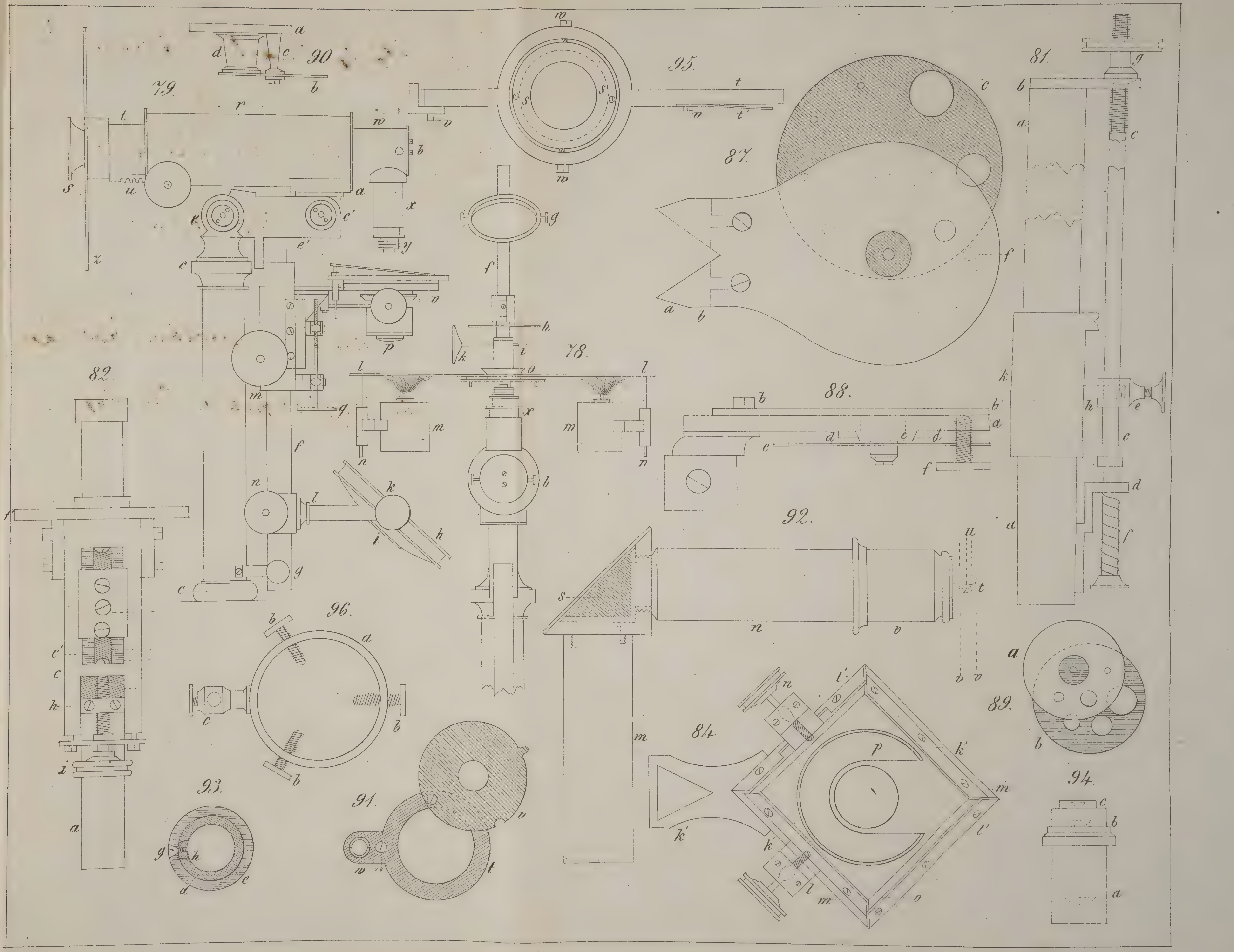


73 Mikroskop von Oberhäuser.
74. " " Schiek
75. " " Amici
76. 80 " " Chevalier.
83. Zum Mikroskop von Amici. (pag. 143)
85. Klemmfeder von Chevalier
86 " " Oberhäuser

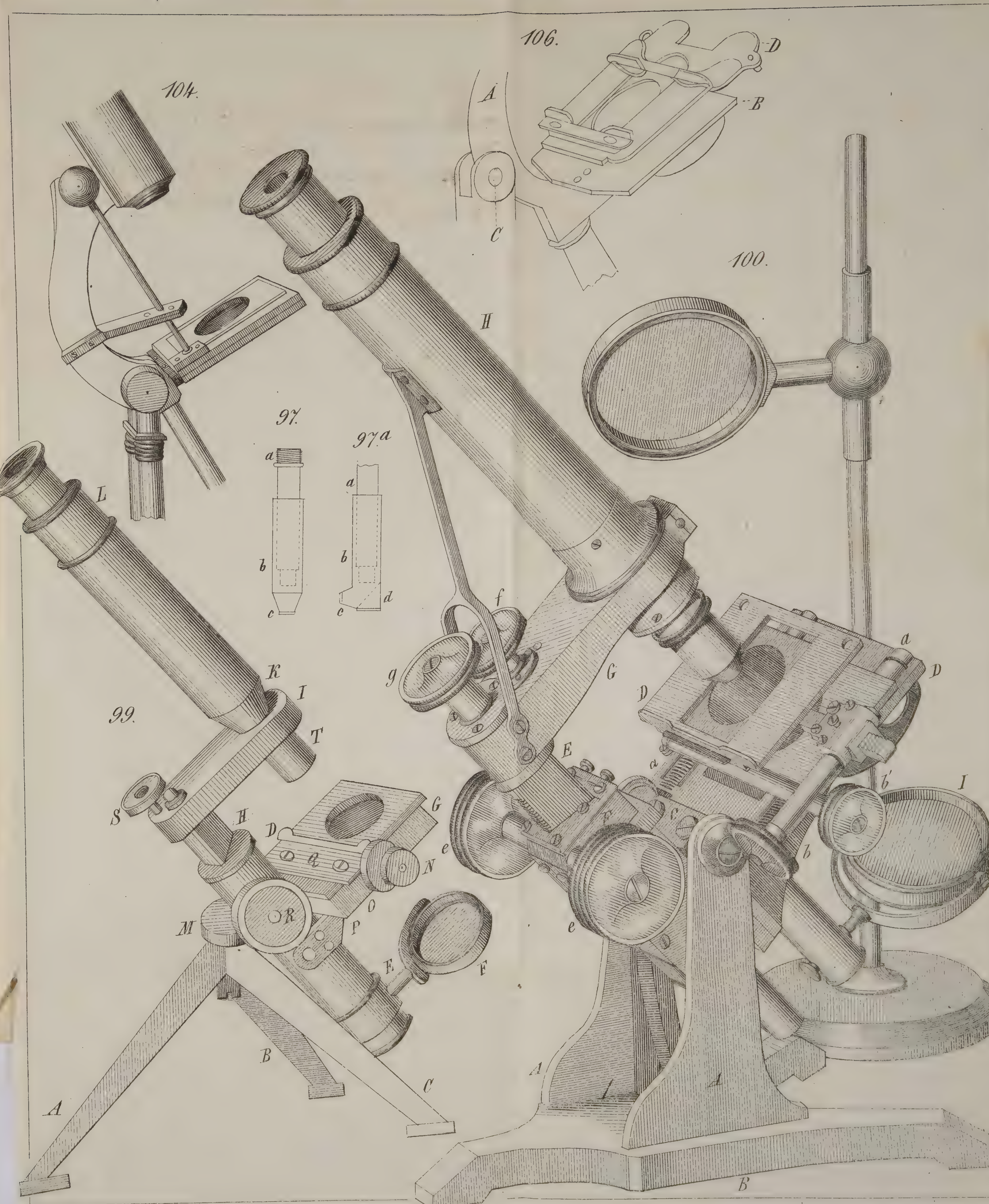


78.79 Mikroskop von Chevalier.
81.82. Plössl's Schraube zur Beweg. d. Obj.
84. Objecttisch von Plössl.
87 Objecttisch mit Blendungsscheibe.
88. Mohl's Objecttisch Seitenansicht.
89. Scheibenförmige Blendung.
90. Dieselbe von der Seite
91 Scheibenblendung.
92. Rechtwinklig gebrochenes Ocular.
93. Durchschnitt der Mikrometerocular v. Hartnack
94. Dujardins Beleuchtungsapparat.
95. Hebeldiaphragma v. Oberhäuser.
96.

Taf. 8.



97. 97a Protectoren
99. Mikroskop von Powell and Lealand.
100. " " Ross.
104 Verschiebbarer Objecttisch von White.
106. Einfacheres Stativ von Smith, Beck and Beck

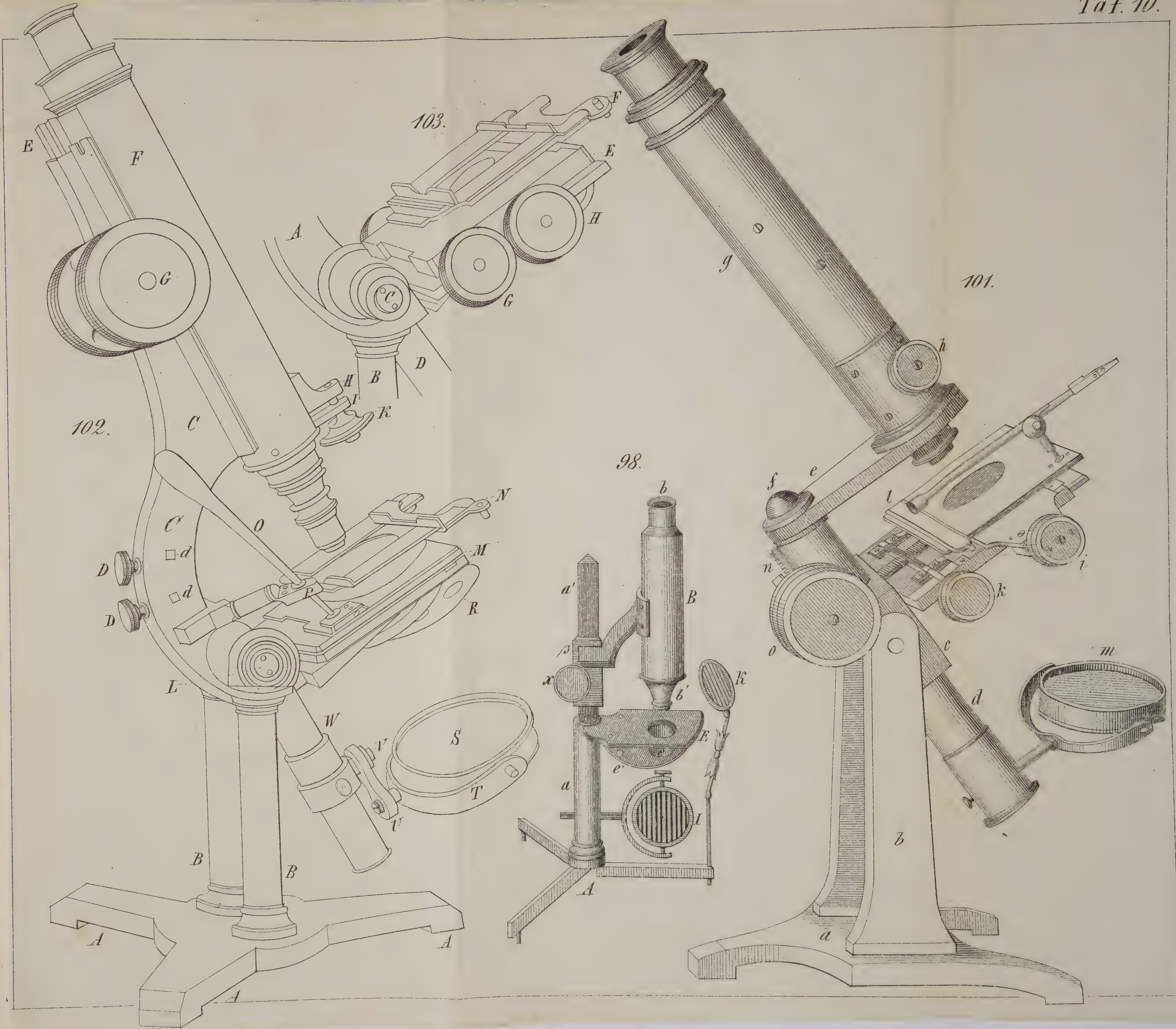


Zu Queketts Mikroskop.

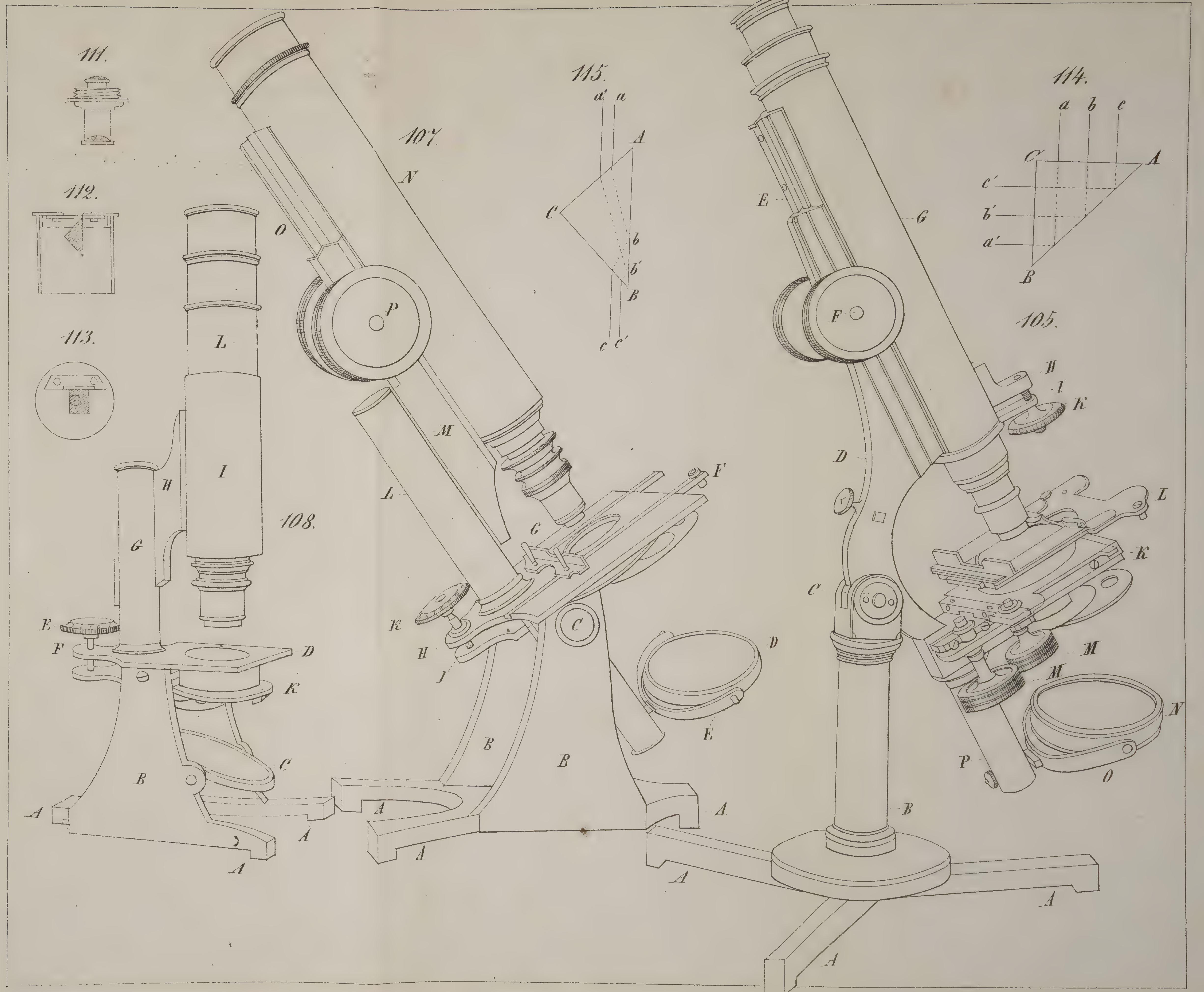
98. Mikroskop von

101. Kleineres Mikroskop von Ross.

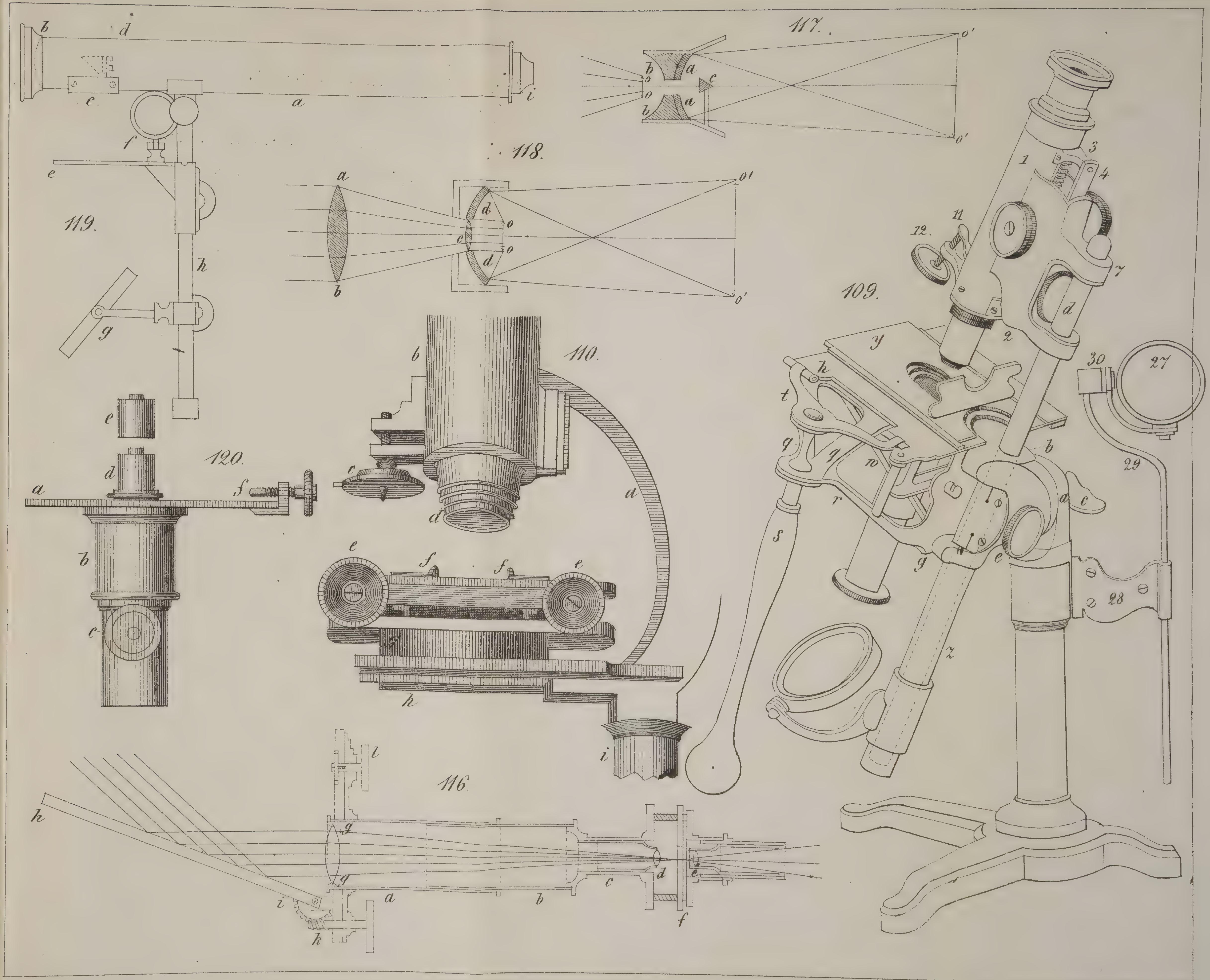
102. 103. Mikroskop von Smith, Beck and Beck.



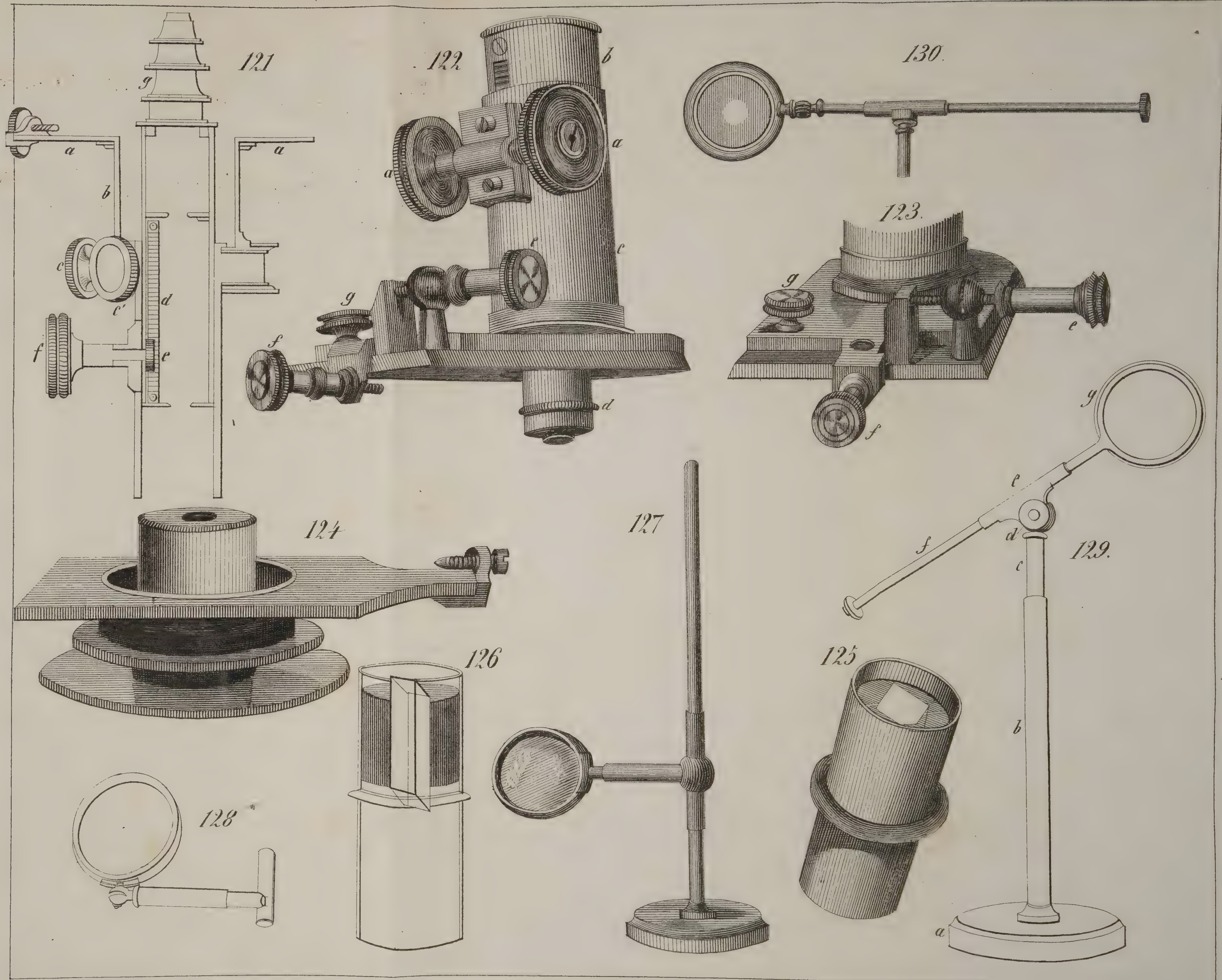
105. Mikroskop von Smith u. Beck.
107. 108. Kleinere Mikroskope von Smith u. Beck
111. Bildumkehrender Ocular.
112. 113. } Bildumkehrender Prisma
114. 115 Gang der Lichtstrahlen im Prisma.



109 Varley's Mikroskop.
110. Mikroskop v. Smith u. Beck.
116. Sonnenmikroskop.
117.} Brewster Vorschlag zu einem
118.} Spiegelsonnenmikroskop.
119. Amici's Spiegelmikroskop.
120. Powell's achromatischer Condensor.



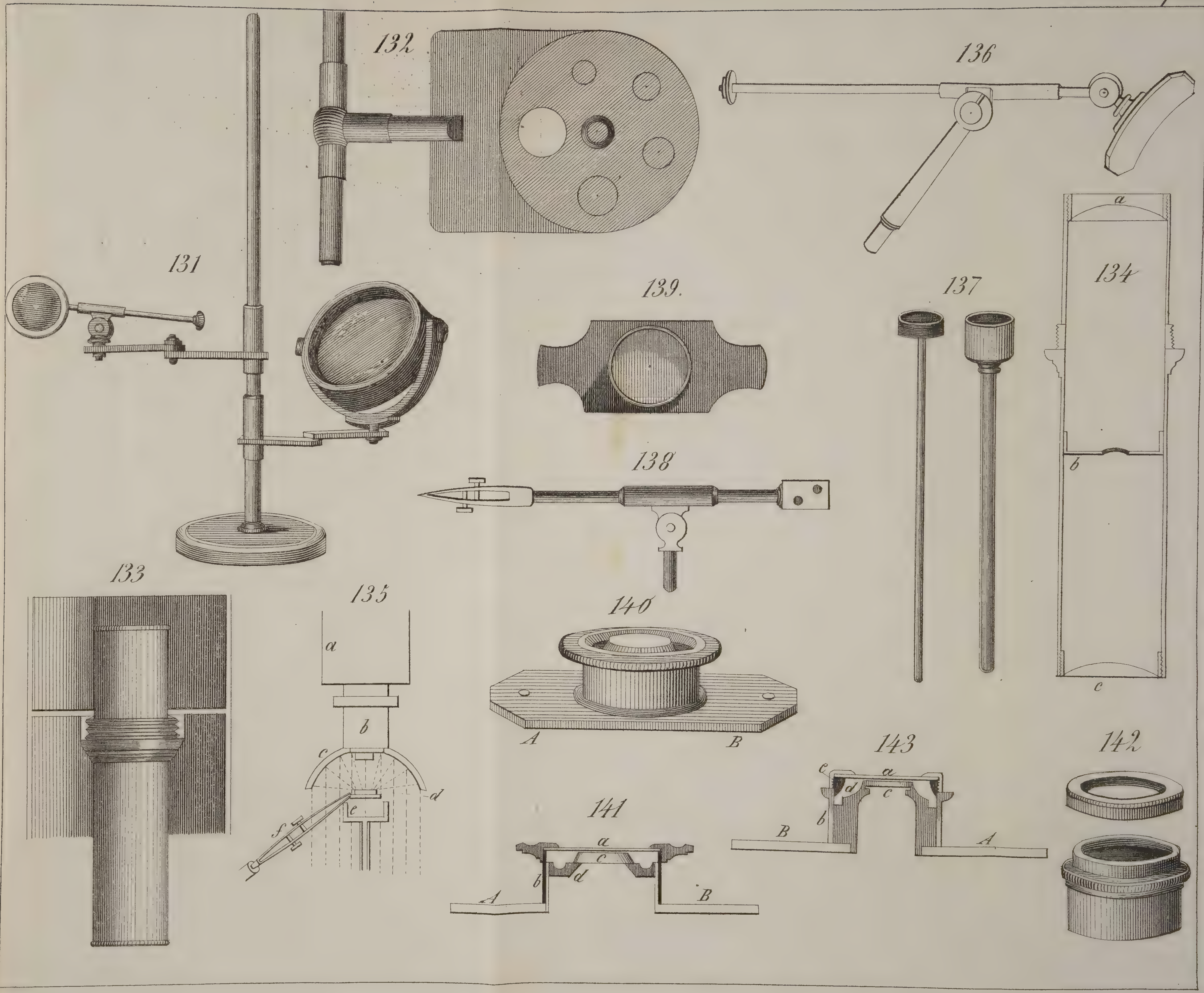
121. Condensor von Ross.
122. }
123. } " von Smith u. Beck.
124. }
125. } Nicolsche Prismen als Polarisationsapp.
126. }
127. }
128. } Sammellinsen zur Beleuchtung
129. 130 } opaker Objecte.



Zu Quekett's Mikroskop

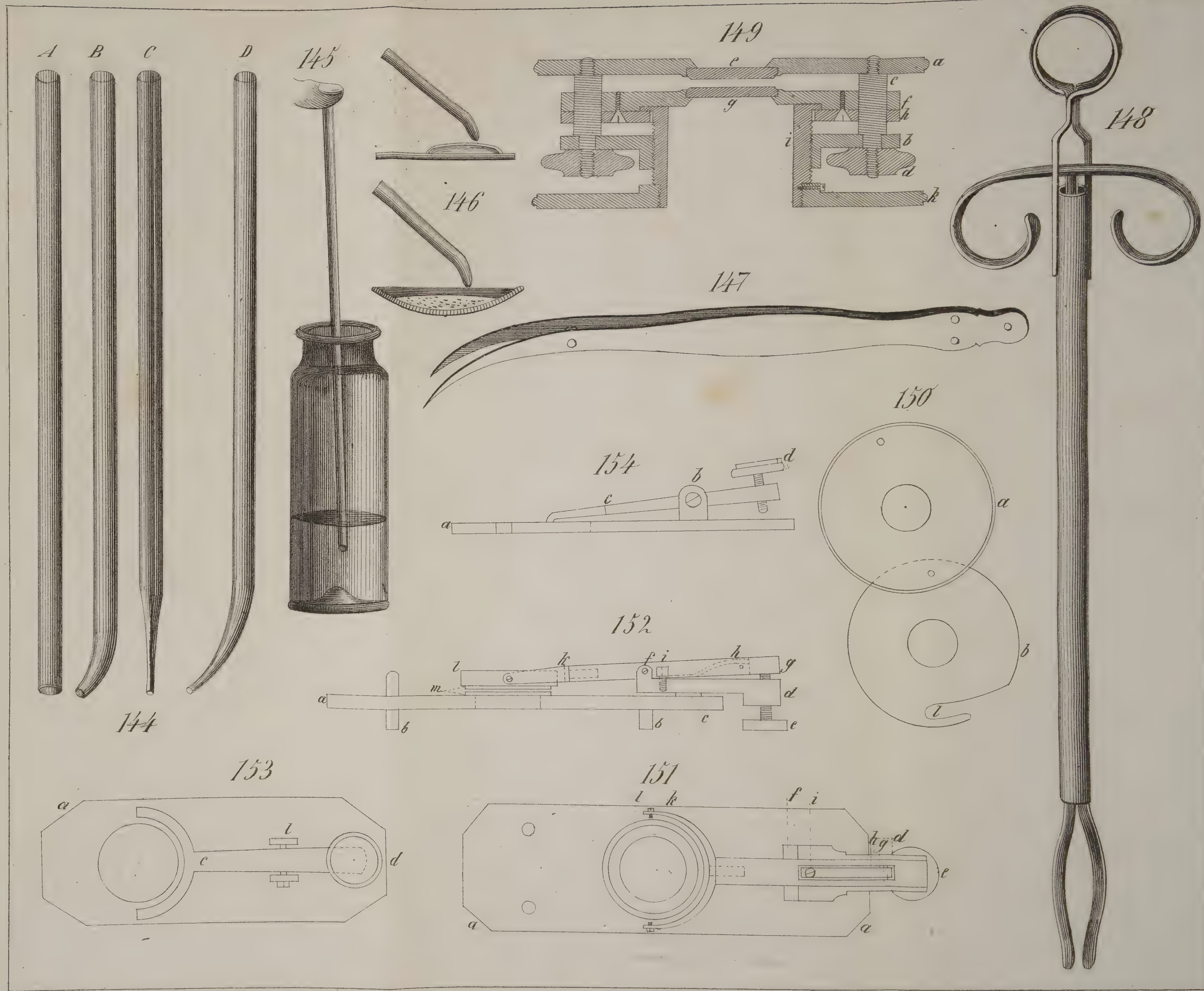
131 Stativ mit Spiegel u. Lammellinse
132. Blendscheibe für Lampenlicht.
133. Eversting glas
134. Damller [illegible]
135. Lieberkühn'scher Spiegel.
136. Ross's Seitenreflector.
137. Lichtstopfen.
138. Objecthaltende Pincette
139 Tulley's Infusorienröhre
140. 141 142. 143. Varley's Thierröhre

Taf. 14.

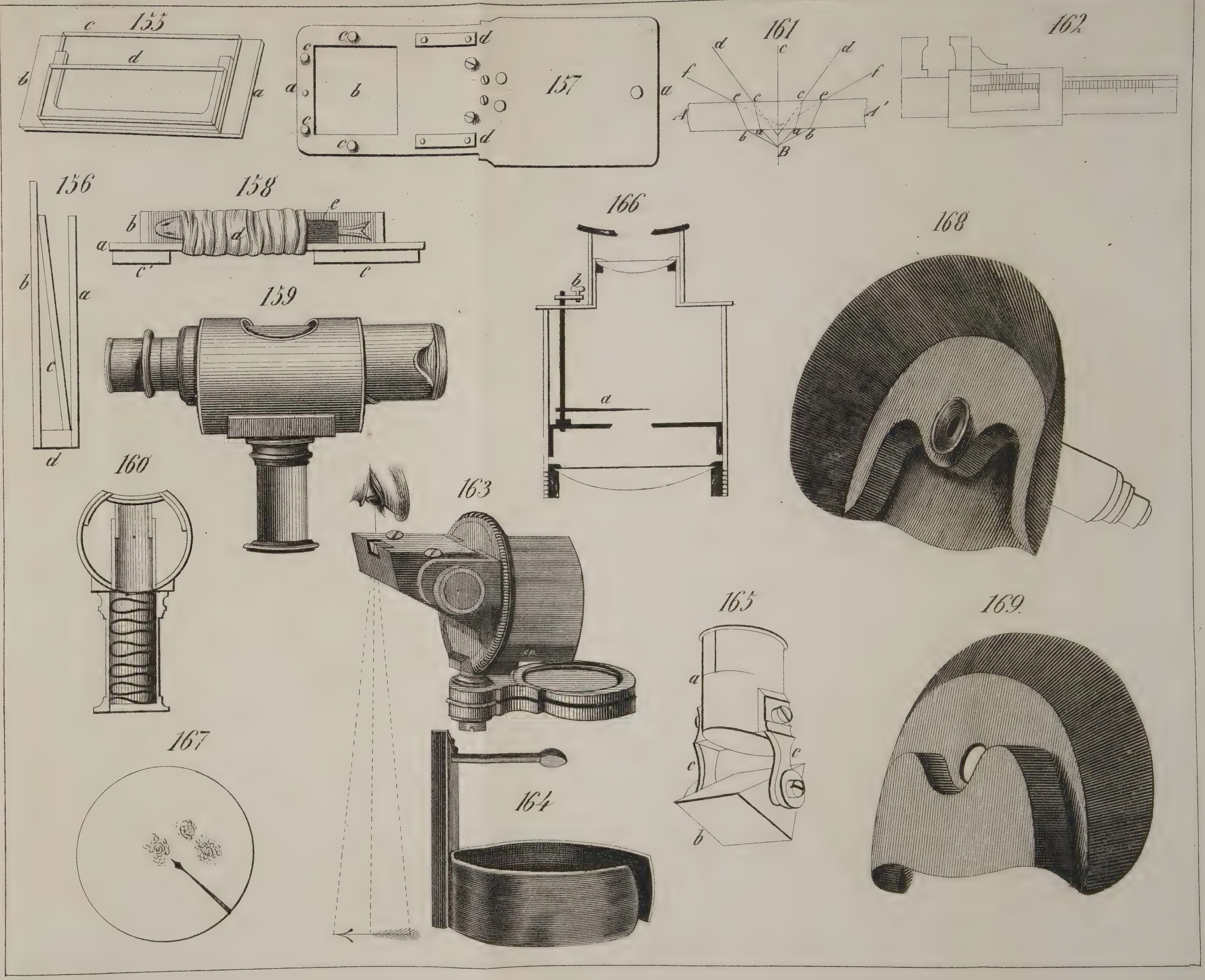


144 - 146 Pipetten
147. 148. Pincetten.
149. Compressorium von Purkinje
150 " von "
151. 152 " von Schiek
153. 154 " von Amici.

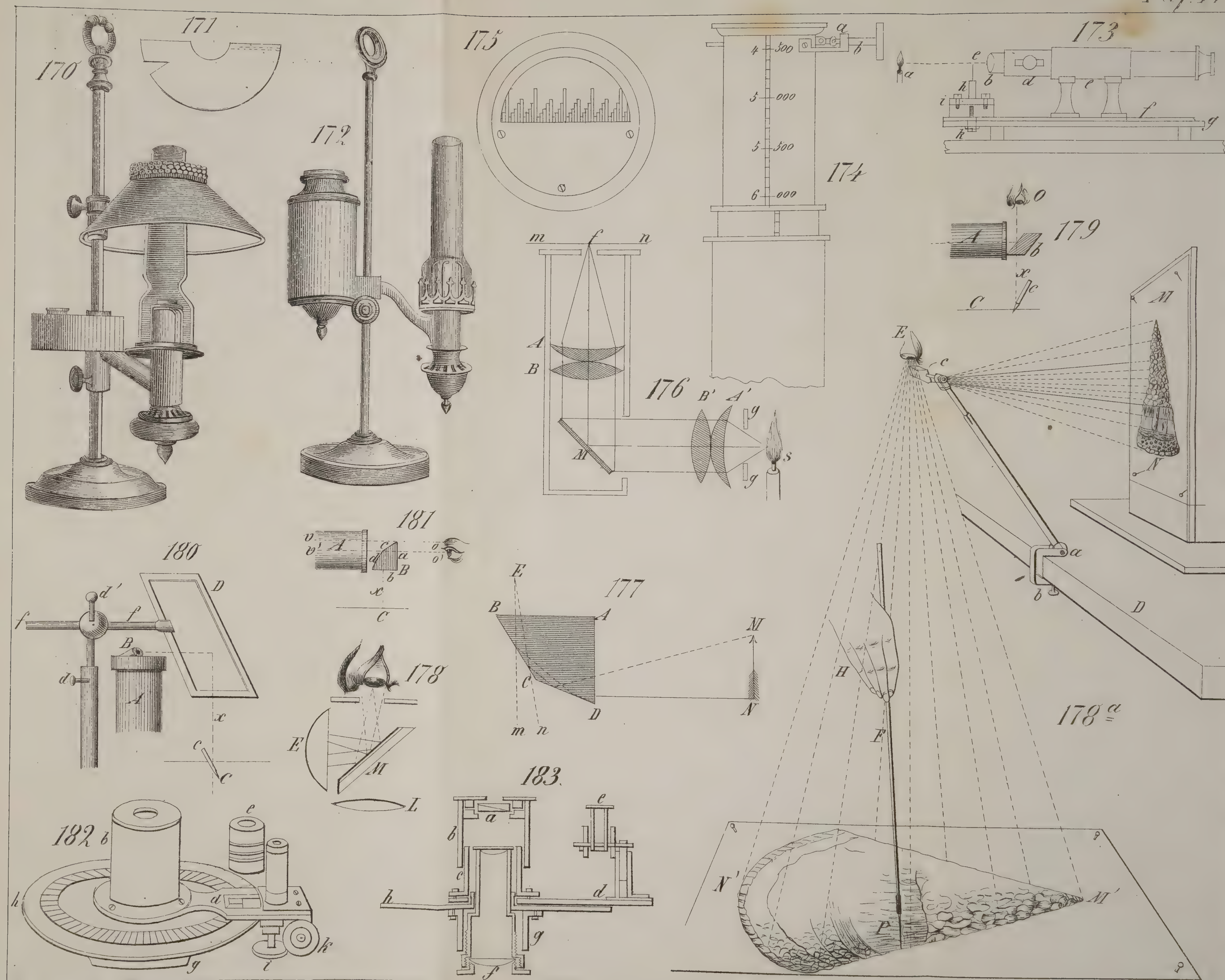
Taf. 15.



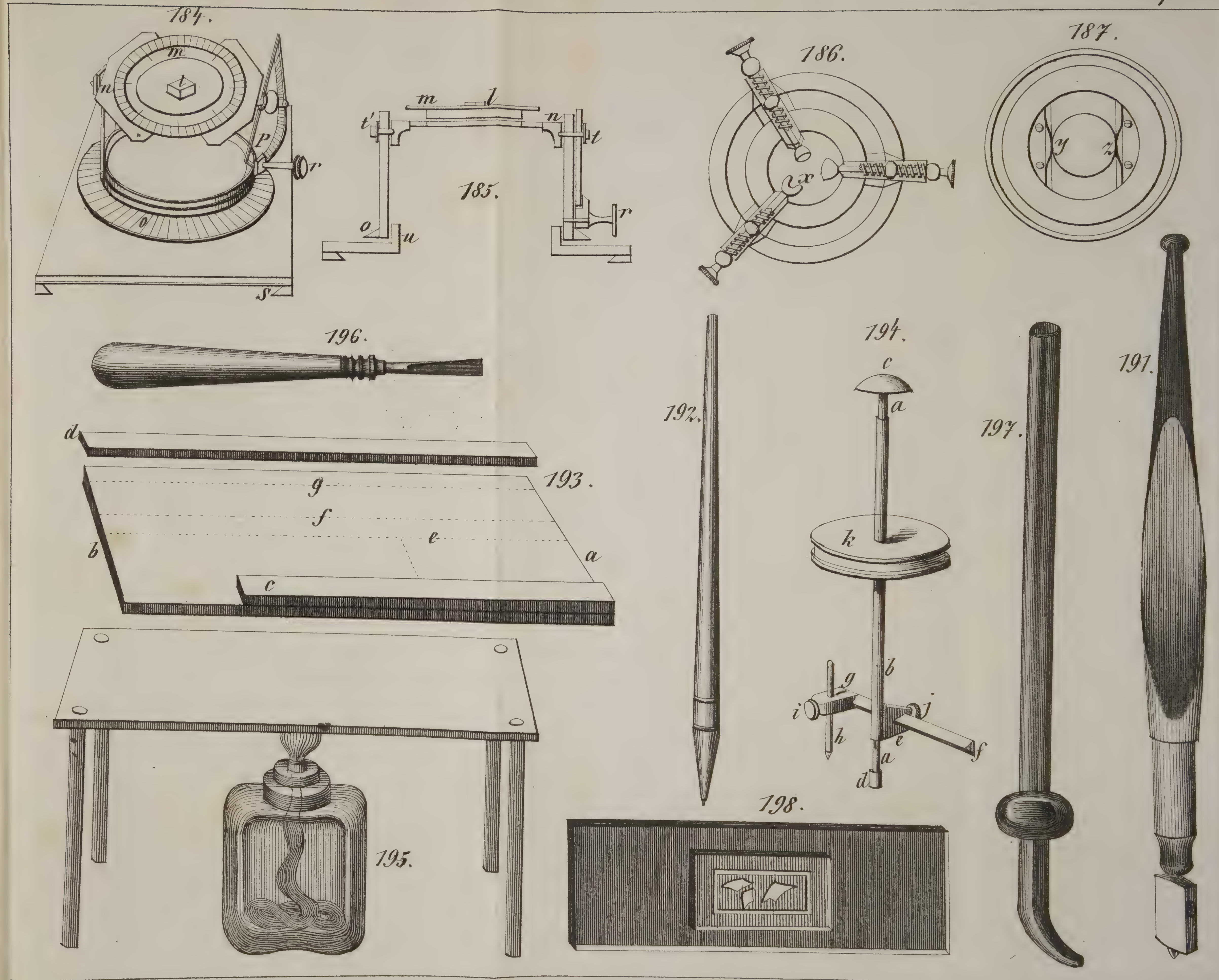
155. 156. Tröge von Smith u. Beck.
157. Froschplatte.
158. Fischtrog.
159. Varleys Pflanzenhalter.
160. Derselbe im Durchschnitt.
161. Brechung d. Lichtes am Deckglas.
162. Deckglastaster.
163. Wollastons Camera lucida.
164. Sömmeringscher Spiegel.
165. Dujardins Prisma.
166.
167. } Zeigerindicator.
168. 169. Aquarium.



170. 172. Mikroskopische Lampen
171 Lampenschirm.
173. Gorings Instrument zur Messung der Öffnungswinkel der Objective.

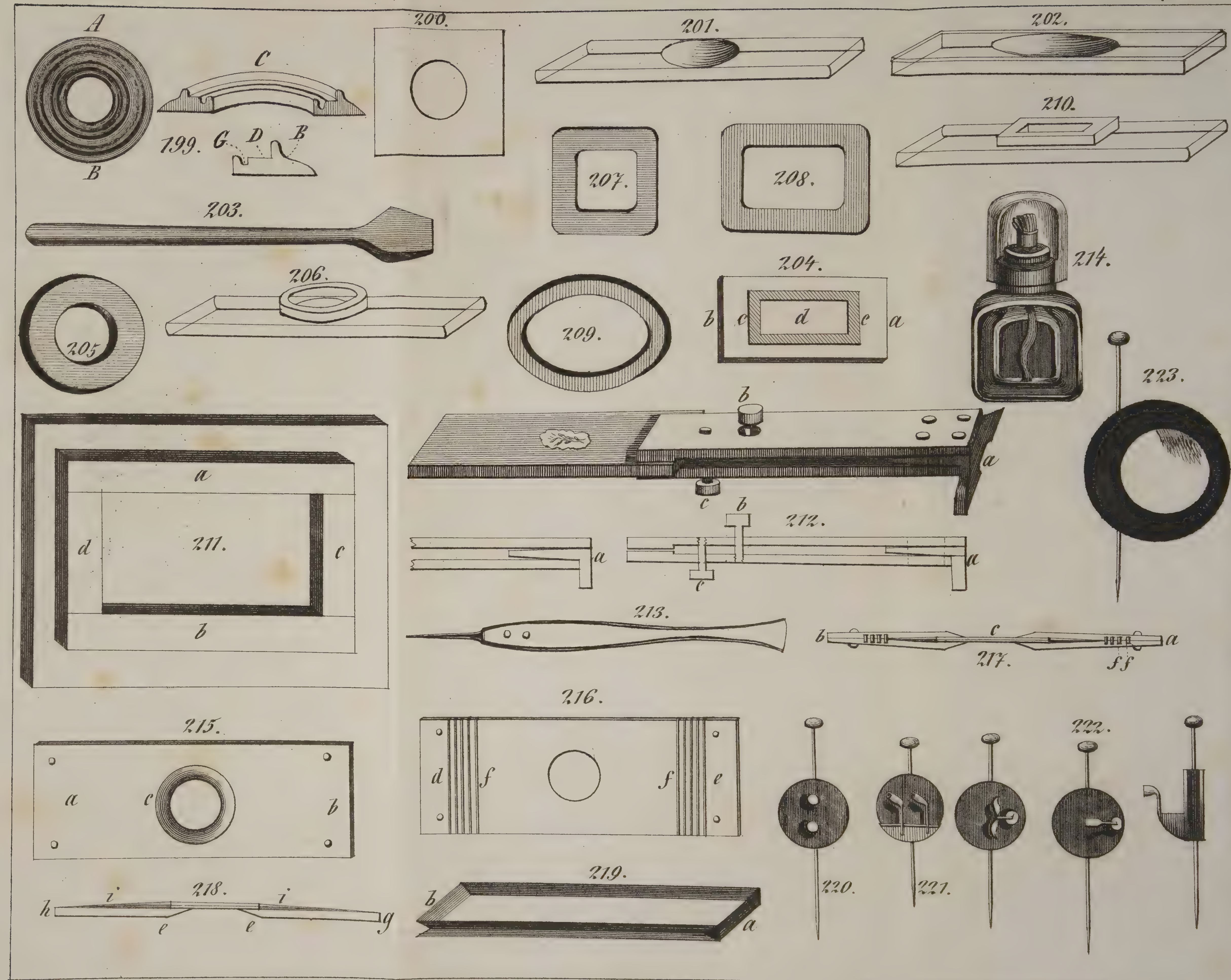


Zu Quekett's Mikroskop.



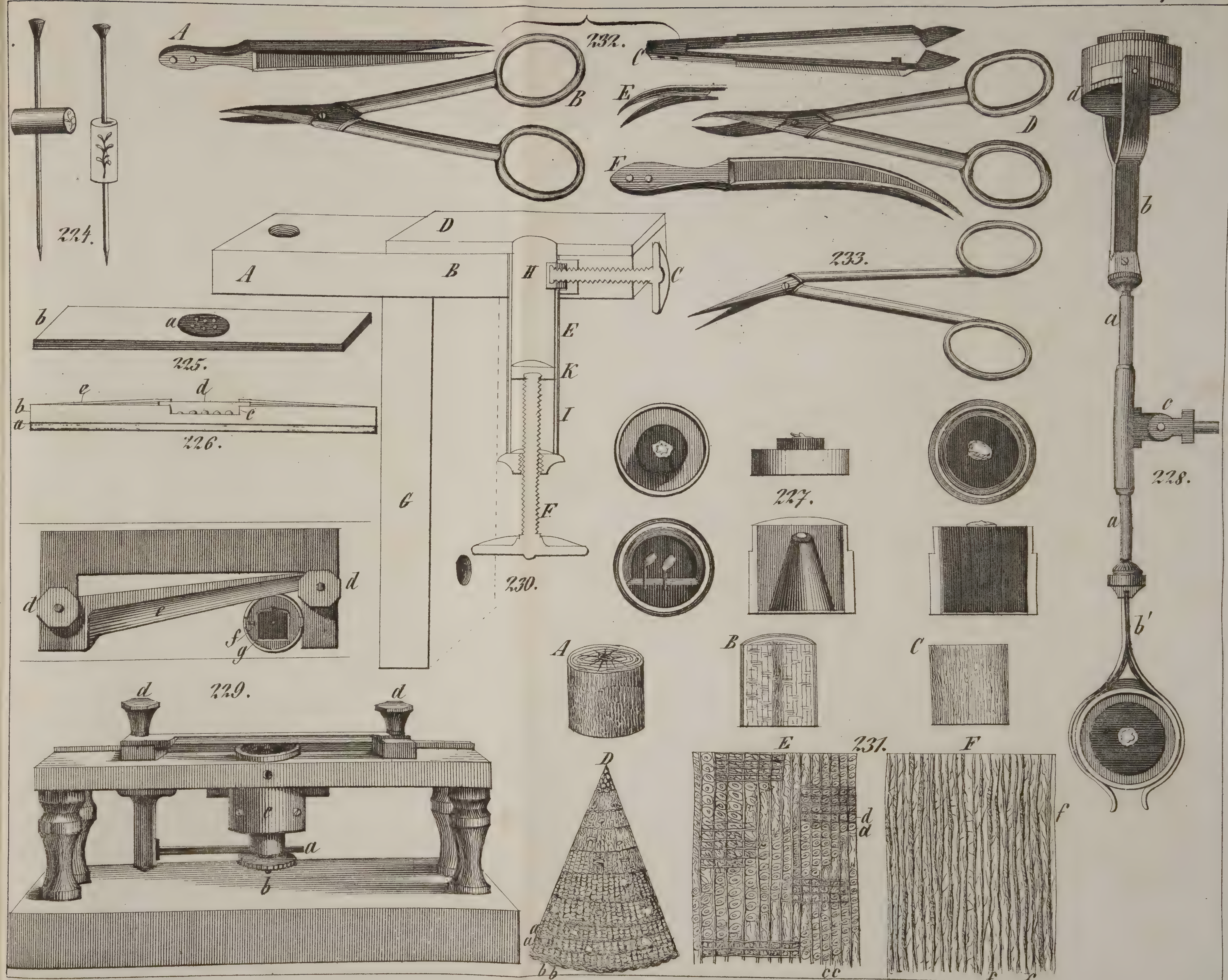
Zu Quekett's Mikroskop.

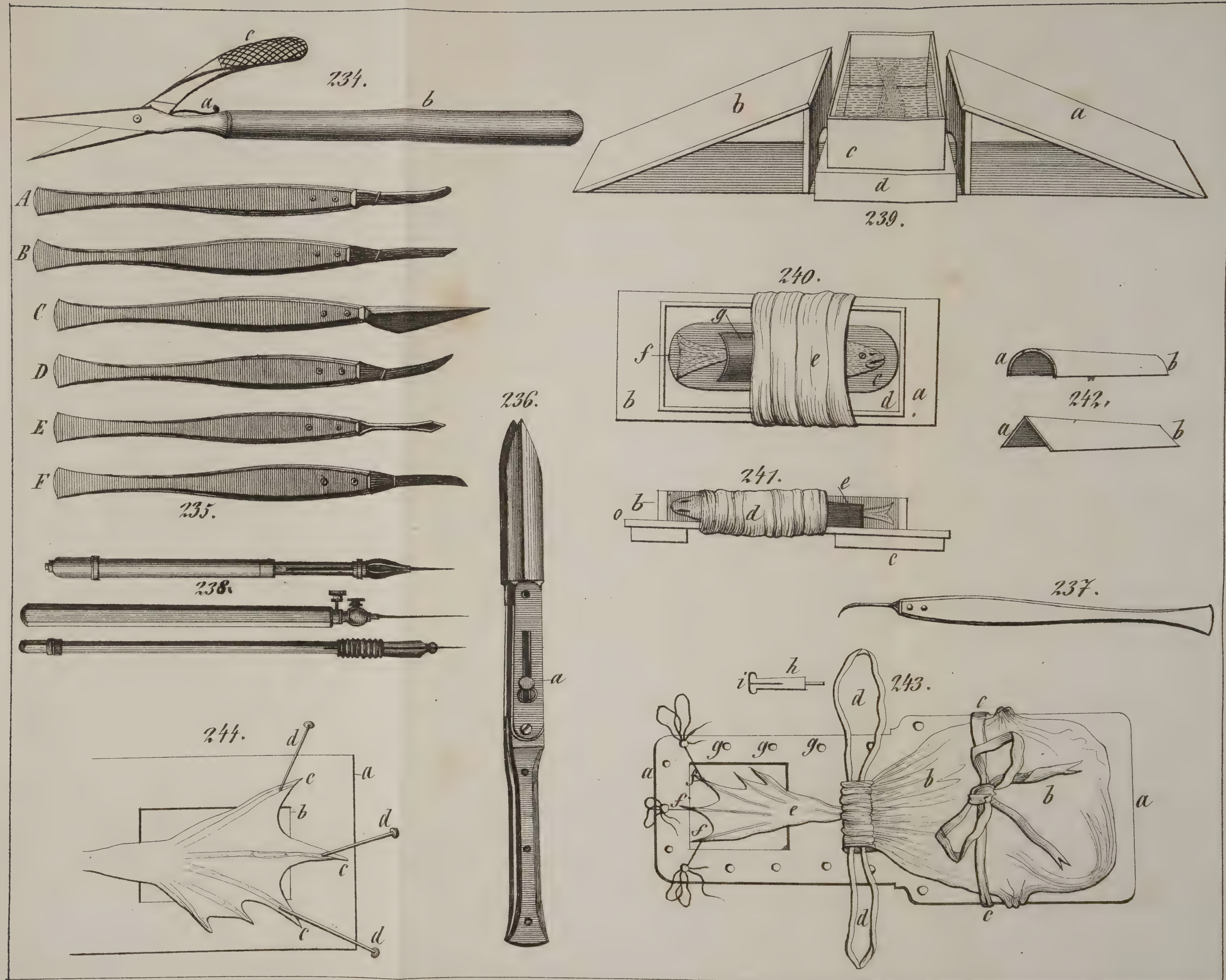
Taf. 19.



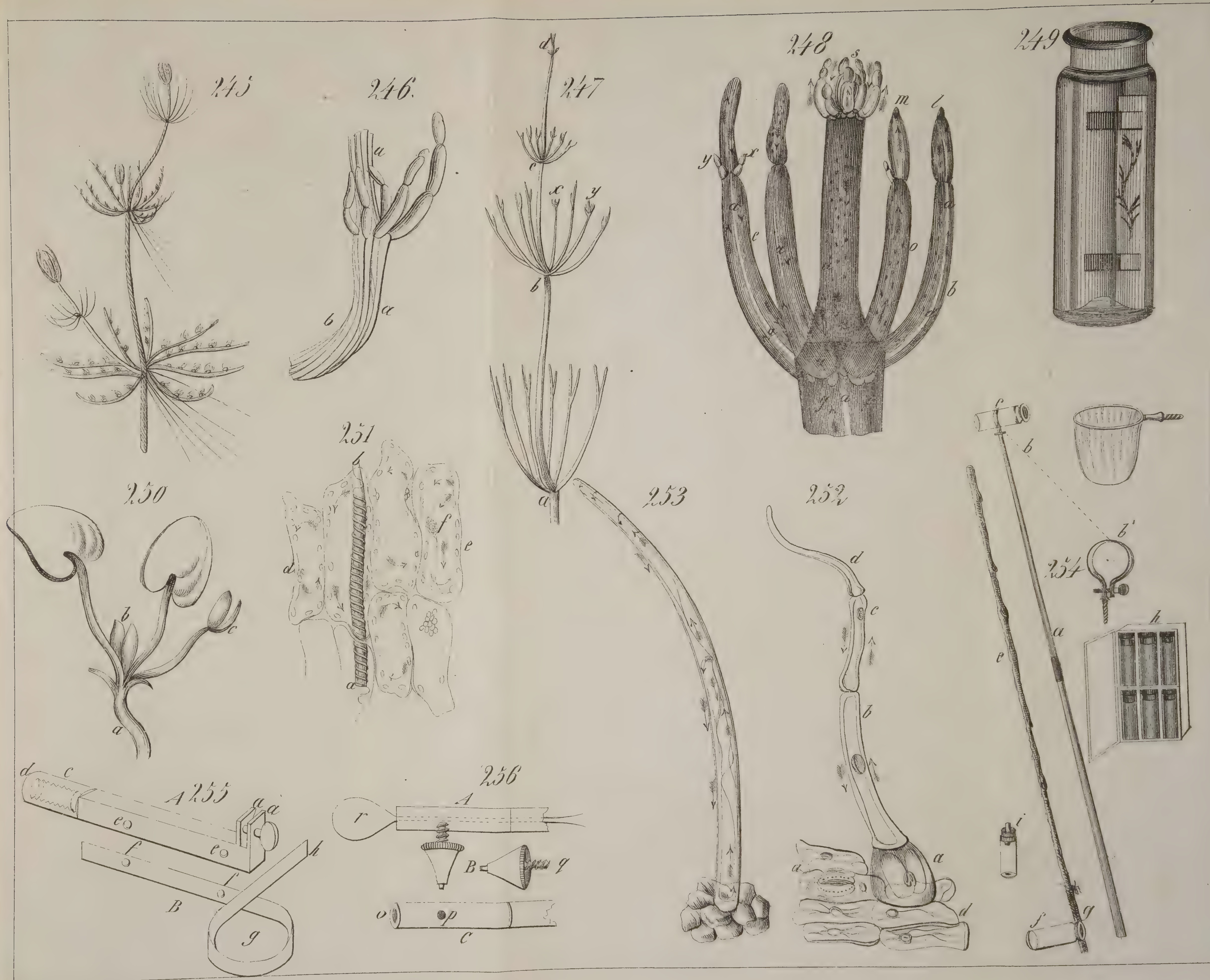
199. A B C G D B
200.
201.
202.
203.
204. b c d e a
205
206.
207.
208.
209.
210.
211. a b c d
212. a b c
213.
214.
215. a b c
216. d e f f
217. a b c f f
218. h i i e e g
219. a b
220.
221.
222.
223.

Taf. 20.




234.
235.
236.
237.
238.
239.
240.
241.
242.
243.
244.

Taf 22.



Zu Quekett's Mikroskop.

257. 1.2.3. Haare des indischen Kaninchens (?) 500/1.

258. 1–4. Haare der Hausmaus 500/1.

259. Haare von Dermestes 1 = 200/1. 2.3 = 500/1.

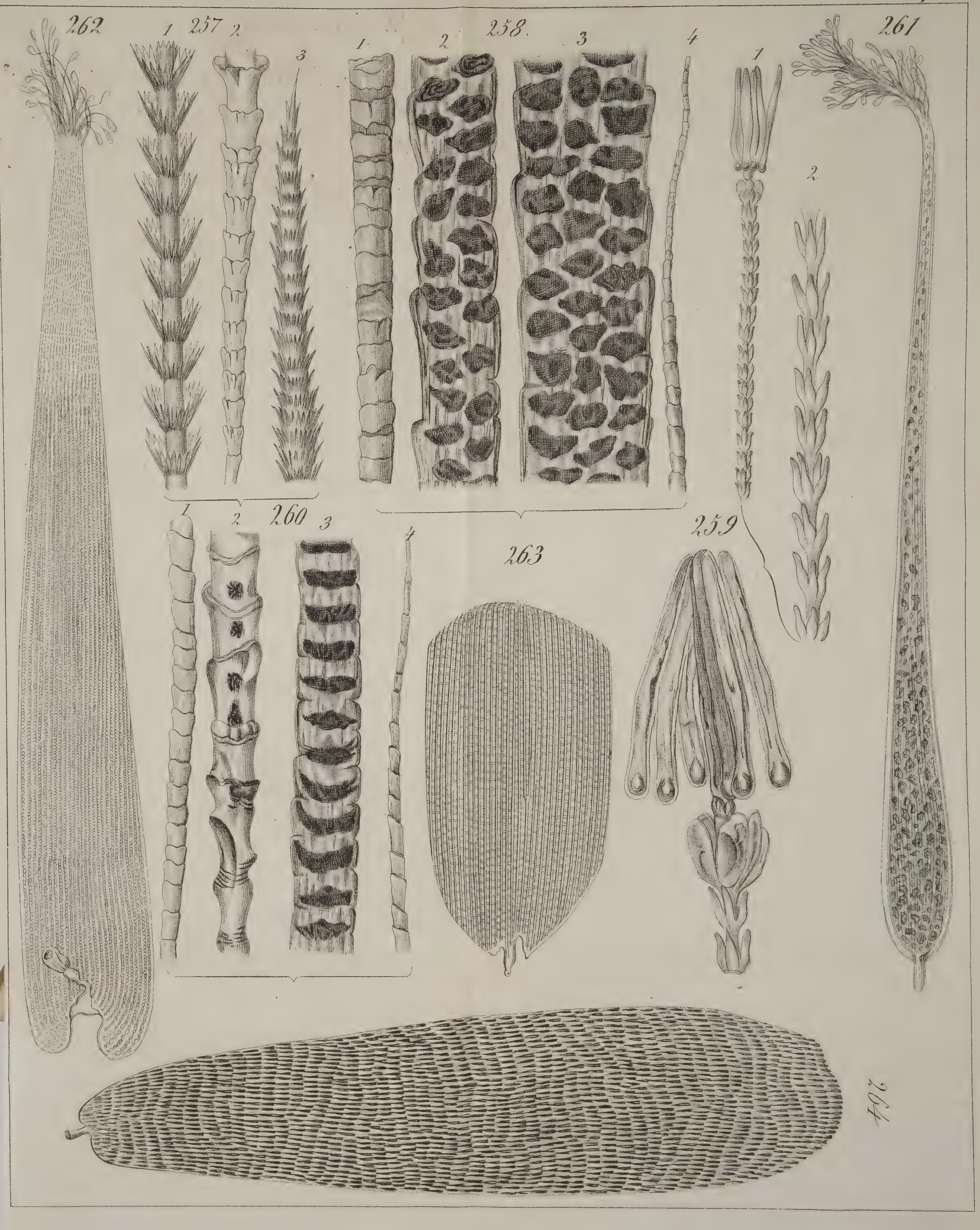
260. Grundwolle der Hausmaus 500/1.

261. Schuppe von Hipparchia Janira.

262. " " Pontia brassicae

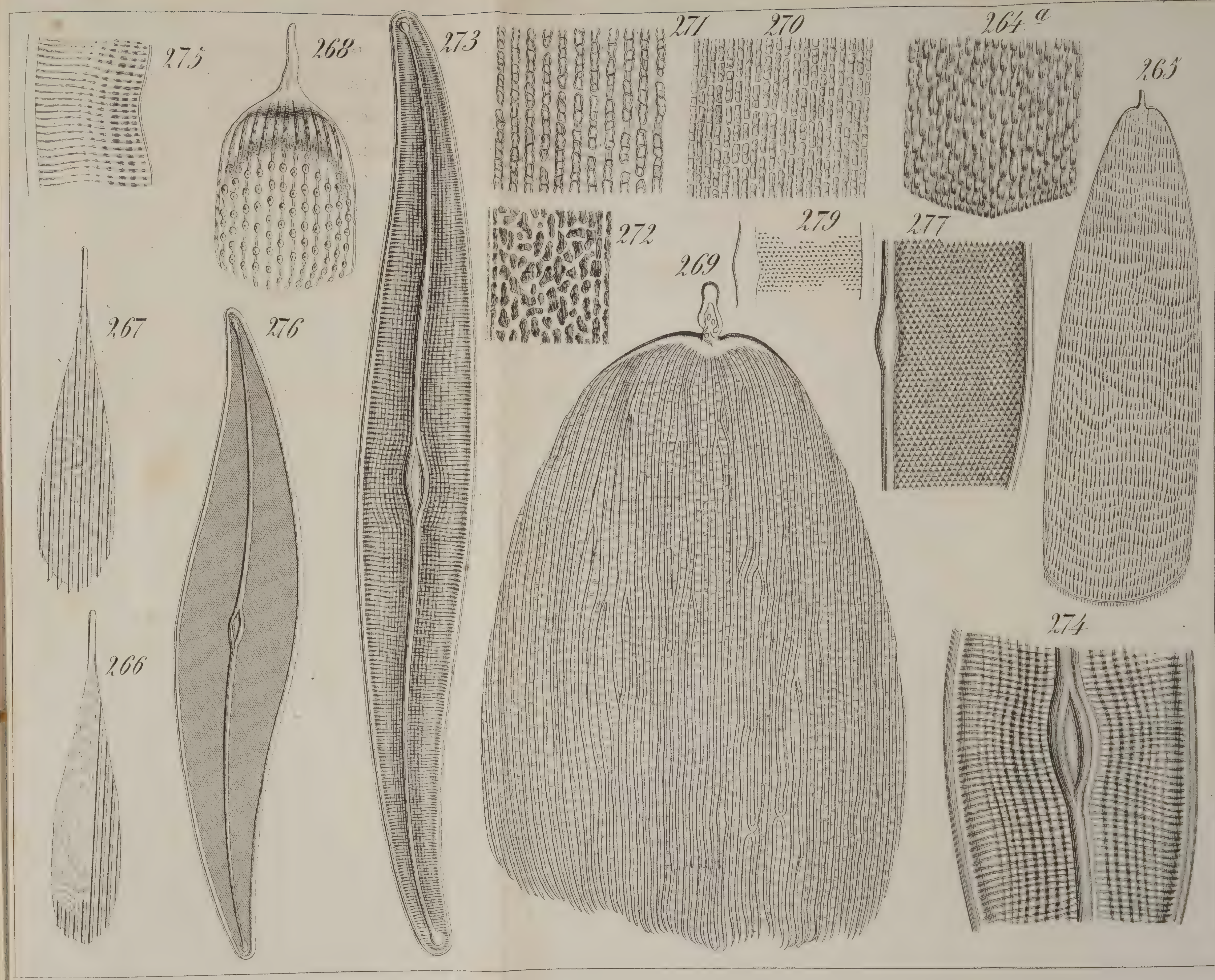
263. " " Polyommatus argiolus.

264. " " Podura plumbea.



264.a. Fragment d. Schuppe von Podura pl. 1250/1
265. Schuppe von Podura plumbea
266.267. " von Flügel eines Motte 500/1.
268. Schuppe von Polyommat. argiolus 500/1.
269. " " Morpho Menelaus 500/1.
270.271. " " Pontia brassicae 1200/1
272. " " Hipparch. Janira 1200/1.
273. Navicula hippocampus 600/1.
274. " " 1200/1.
275 " " schiefes Licht.
276. Pleurosigma angulatum 600/1.
277. 279 " " 1200/1.

Taf. 24.



278. Pleurosigma angulatum. 2000/1.
280. 281. Schuppen von Lepisma saccharinum.
282. Muskelfasern 600/1.
283. " 1200/1.
284. Spermatozoen.
285. Navicula Spencerii 800/1.
286. " " 1900/1.
287. Cholesterinkrystalle. 200/1.
288. Fettzellen, Fett und Margarinkrystalle 200/1.
289. Wasserbad
290. Spirituslampe für constante Wärme

